

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS

GUSTAVO DIAS RAMOS

**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA GEOINFORMAÇÃO NA
INTERAÇÃO DO USUÁRIO EM UM SISTEMA PARA O CÁLCULO DA
CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA**

Curitiba
Fevereiro, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS

GUSTAVO DIAS RAMOS

**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA GEOINFORMAÇÃO NA
INTERAÇÃO DO USUÁRIO EM UM SISTEMA PARA O CÁLCULO DA
CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Ciências
Geodésicas, Curso de Pós-Graduação em
Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra,
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Claudia Robbi Sluter

Curitiba
Fevereiro, 2016

R175d

Ramos, Gustavo Dias

Determinação das características da geoinformação na interação do usuário em um sistema para o cálculo da contribuição de melhoria / Gustavo Dias Ramos. – Curitiba, 2016.

121f. : il. [algumas color.] ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, 2016.

Orientadora: Claudia Robbi Sluter

1. Geodésia. 2. Sistemas de Geoinformação. I. Universidade Federal do Paraná. II. Sluter, Claudia Robbi. III. Título.

CDD: 526.3

TERMO DE APROVAÇÃO

GUSTAVO DIAS RAMOS

"DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DA GEOINFORMAÇÃO NA
INTERAÇÃO DO USUÁRIO EM UM SISTEMA PARA O CÁLCULO DA
CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA"

Dissertação nº 294 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:


Orientadora:



Prof.ª Dr.ª Claudia Robbi Sluter
Departamento de Geomática, UFPR



Prof.ª Dr.ª Gislene Pereira
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, UFPR



Prof.ª Dr.ª Leticia Mara Peres
Departamento de Informática, UFPR



Prof.ª Dr.ª Silvana Philippi Camboim
Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 25 de fevereiro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo contínuo apoio e incentivo na busca de conhecimento e do sentido maior da vida.

Ao meu irmão, cujo exemplo me motivou e contribuiu para o início (e fim) desta empreitada.

À Prof^a. Dr^a. Claudia Robbi Sluter, cujo conhecimento e orientação tornaram possível o desenvolvimento da pesquisa.

Às Profs^a. Drs^a. Letícia Mara Peres, Maria Cecília Bonato Brandalize e Silvana Philippi Camboim, pela análise da proposta de qualificação e contribuições relevantes à pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Habitação e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná (Prof^a. Dr^a. Gislene Pereira, Elena, Fabiana e Thiago) cujo extenso conhecimento possibilitou o desenvolvimento da pesquisa.

Aos amigos do curso de que Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, em especial Carla, Luciana, Monica, Adriana, Gabriela, Letícia, pelos momentos de descontração sempre necessários e bem-vindos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) órgão financiador da bolsa de estudos para o desenvolvimento deste trabalho.

*"Quand je pense à tous les livres qu'il me reste à lire,
j'ai la certitude d'être encore heureux."
(Jules Renard)*

RESUMO

A utilização da informação geográfica por usuários não especialistas pode resultar em produtos e análises com diversos problemas, como informações equivocadas, problemas de comunicação da informação cartográfica apresentada e análises espaciais erradas. Dentre os diferentes usuários de informação espacial estão os planejadores urbanos e técnicos das prefeituras municipais, responsáveis pela análise e aplicação de impostos sobre a propriedade, como a Contribuição de Melhoria. Estas análises precisam estar corretas, pois a cobrança de tributos atinge diretamente o contribuinte e a sociedade. Assim, a utilização de sistemas de geoinformação, por parte destes usuários deve atender às suas necessidades. A engenharia de requisitos auxilia no planejamento de sistemas computacionais por considerar as necessidades dos usuários nos projetos de tais sistemas. No entanto, apesar de ser bastante utilizada no desenvolvimento de softwares e sistemas computacionais, a engenharia de requisitos ainda é pouco trabalhada e documentada nas geociências. Poucos trabalhos científicos apresentam contribuições referentes a metodologias e aplicações de técnicas de engenharia de requisitos na construção de sistema de geoinformação. Dessa forma, buscou-se definir como as particularidades da geoinformação devem ser consideradas no projeto das interfaces de interação do usuário com o sistema de geoinformação para o cálculo da Contribuição de Melhoria, instrumento utilizado para a recuperação de mais-valias fundiárias urbanas. Partiu-se do pressuposto de que se os requisitos dos usuários forem levantados de acordo com técnicas e procedimentos de engenharia de requisitos, considerando as necessidades em análise espacial e as características da geoinformação, e se o projeto das interfaces do sistema considerar estas características de maneira clara e compreensível ao usuário, então o sistema a ser criado pode atingir seus objetivos, proporcionando ao usuário a interatividade necessária para obter resultados corretos no cálculo da Contribuição de Melhoria. O trabalho de definição dos requisitos foi dividido em quatro etapas: elicitação dos requisitos e informações relevantes sobre os usuários e o contexto de aplicação do sistema para o cálculo Contribuição de Melhoria; análise e negociação das informações levantadas; documentação dos requisitos, onde as informações são escritas; e validação dos requisitos, onde os mesmos são apresentados aos usuários e validados. Através do levantamento das informações junto aos envolvidos foi possível observar as diferentes necessidades em geoinformação dos usuários e suas interações e atividades realizadas junto ao sistema proposto. Dessa forma, cada uma destas necessidades em geoinformação pôde ser trata e analisada individualmente, possibilitando o planejamento das interfaces de maneira a atingir os objetivos dos usuários.

Palavras-chave: Sistemas de geoinformação. Engenharia de requisitos. Contribuição de Melhoria.

ABSTRACT

The use of geoinformation by non expert users may result in products and analysis with different kinds of problems, including misleading information, cartographic communication problems and incorrect spatial analysis. One of many different users of spatial information are urban planners and municipalities technicians, responsible for analysis and calculation of land taxation policies, such as the betterment tax. Those analysis need to be correct, since the collection of taxes directly affects taxpayers and, therefore, the whole society. So, the use of geoinformation systems by these users must achieve their needs. Requirements engineering helps planning and designing computer system, by considering users needs in the design of those systems. However, despite being widely used in system and software development, the requirements engineering is poorly used and documented in geosciences. Few scientific works present sound contributions on methodologies and applications of requirements techniques in the design of geoinformation systems. Thereby, we sought to define how geoinformation particularities must be considered in the design of users interaction interfaces for geoinformation systems, particularly in the problem of betterment tax calculation. We assume that, if users requirements are elicited accordingly to requirements engineering techniques and procedures; if we consider these users spatial analysis and geoinformation needs in the requirements engineering process; and if the design of the system interfaces is planned considering those information and needs, so the system to be built will achieve desired goals, providing users with the necessary interactions for correct results in the problem of betterment tax calculation and analysis. The requirements definition process was divided into four steps: requirements elicitation; requirements analysis and negotiation; requirements documentation; and requirements validation. Through the gathering of information from the stakeholders we observed the users different geoinformation needs, and the interactions required to achieve the desired goals by using the proposed system. Thus, each geoinformation need could be treated and analyzed individually, allowing the proper design of the system interfaces in each case.

Key-words: Geoinformation systems. Requirements engineering. Betterment taxes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de Geral de Sistemas de Informação Geográfica.	7
Figura 2: Ciclo de atividades da Engenharia de Requisitos	14
Figura 3: Metodologia proposta.....	26
Figura 4: Modelo de atividades do processo de engenharia de requisitos.	29
Figura 5: Processo genérico de elicitação de requisitos.....	29
Figura 6: Esboço do protótipo de documentação dos requisitos de um sistema.	36
Figura 7: Processo esquemático de cálculo da contribuição de melhoria.....	48
Figura 8: Interface básica proposta, com funções fundamentais.....	52
Figura 9: Diagrama de classes	54
Figura 10: Criação do projeto e inserção da obra.	57
Figura 11: Interface inicial do sistema.	58
Figura 12: Interface de criação do projeto.....	60
Figura 13: Localização pelo bairro em escala 1:50.000.	61
Figura 14: Localização pelo bairro em escala 1:10.000.	62
Figura 15: Localização pelo bairro em escala 1:1.000	63
Figura 16: Exemplos de obras inseridas	65
Figura 17: Inserir área beneficiada.....	66
Figura 18: Exemplo de visualização de obra na escala 1:10.000.....	67
Figura 19: Interface de inserção da área beneficiada.....	69
Figura 20: Exemplo de lotes beneficiados.....	70
Figura 21: Emitir edital de divulgação e audiência pública.	72
Figura 22: Interface de emissão de editais.....	73
Figura 23: Consolidar planilha	74
Figura 24: Modelo de planilha para edital de lançamento.	75
Figura 25: Diagrama de atividades.	103

LISTA DE SIGLAS

CM	-	Contribuição de Melhoria
CTM	-	Cadastro técnico multifinalitário
CVI	-	Cálculo da valorização imobiliária
DSG	-	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
ER	-	Engenharia de requisitos
FIG	-	Federação Internacional dos Agrimensores
LAHURB	-	Laboratório de Habitação e Urbanismo
OSGEO	-	<i>Open Source Geospatial Foundation</i>
PGVI	-	Planta genérica de valores imobiliários
RCO	-	Rateio do custo da obra
SEMADUR	-	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano
SGBD	-	Sistema de gerenciamento de banco de dados
SIG	-	Sistema de informação geográfica
SIT	-	Sistema de informação territorial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.3 JUSTIFICATIVA.....	4
2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	6
3 DETERMINAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO.....	12
3.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS	12
3.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS EM SISTEMAS DE GEOINFORMAÇÃO	15
4 RECUPERAÇÃO DE MAIS-VALIAS FUNDIÁRIAS	18
4.1 INSTRUMENTOS PARA A RECUPERAÇÃO DE MAIS-VALIAS FUNDIÁRIAS	19
4.2 CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA.....	20
4.3 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO	23
5 METODOLOGIA	26
5.1 ESTUDO DE CASO	26
5.2 MATERIAIS	27
5.3 ELICITAÇÃO DOS REQUISITOS.....	28
5.4 ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO DOS REQUISITOS.....	32
5.5 DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS	35
5.6 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS.....	41
6 RESULTADOS	43
6.1 ELICITAÇÃO E ANÁLISE DOS REQUISITOS.....	43
6.1.1 Cálculo da Contribuição de Melhoria.....	48
6.1.2 Atividades dos usuários	51
6.1.3 Condicionantes das informações geográficas	75
6.1.4 Análise e Negociação	78
6.2 DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS	79

6.3 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS.....	80
7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	87
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
APÊNDICE 1 - DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS.....	98
APÊNDICE 2 - DIAGRAMA DE CLASSES	121

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos e as crescentes facilidades na utilização, aquisição e disponibilização de sistemas de geoinformação e de dados geográficos, cada vez mais se observa que os usuários finais do produto cartográfico são também seus produtores (GREEN, 1993; BRUS *et al.*, 2010, p.112). Green (1993) apresentou um questionamento sobre a criação de mapas não ser mais domínio exclusivo dos cartógrafos ou especialistas em geoinformação, e que esta liberdade de produção resultaria, como consequência, em mapas com pouco poder de comunicação ou que transmitem a informação erroneamente. No entanto, na atualidade, os usuários não-especialistas não são completos estranhos à geoinformação e ao conhecimento cartográfico. Ainda que de maneira limitada (BRUS, DOBESOVA e KANOK, 2010, p.1), a utilização e manipulação dos sistemas contribui para a disseminação de conhecimentos de produção dos mapas. Segundo BROWN *et al.*, (2013, p.861), os usuários leigos podem apresentar diferentes níveis ou graus de experiência e, assim sendo, ao utilizar a informação geográfica, podem enfrentar problemas como a falta de definição do contexto de uso, a falta de controle e manipulação dos dados e a dificuldade de entendimento do significado destes dados. A falta de definição do contexto de uso representa o desconhecimento da quantidade de dados necessária para se atingir os objetivos desejados, que pode resultar em informações incompletas. Já a falta de controle e manipulação dos dados diz respeito às restrições de edição e manipulação da geoinformação, visando proteger o usuário das complexidades dos dados .

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas importantes para a tomada de decisões espaciais. Como apresenta BOLSTAD (2012, p.3), os SIG são essenciais em diversas áreas (negócios, governo, educação e organizações sem fins lucrativos), e contribuem para a sociedade, por exemplo, no combate à criminalidade, na proteção de espécies ameaçadas de extinção, na redução de poluentes, na prevenção e reação a desastres naturais, no tratamento de epidemias e na melhoria da saúde pública, entre outras aplicações. Atualmente, os SIG estão disponíveis em diferentes formas, como software proprietário e software livre, com variadas configurações, características, objetivos e público alvo. Alguns dos mais utilizados e conhecidos são: ArcGIS, GeoMedia, MapInfo, Idrisi, AUTOCAD MAP, QGIS, gvSIG, GRASS, ERDAS, Microstation, PostGIS e GeoServer (BOLSTAD,

2012, p.13-18). O acesso e o desenvolvimento destes sistemas crescem com a disponibilização de vários softwares de código aberto, o que possibilita maior participação de programadores e aumenta o número de usuários em potencial. No entanto, apesar desta abertura no mercado de SIG, a grande maioria dos softwares atuais apresentam características genéricas, destinadas a suprir as necessidades comuns a todos os potenciais usuários do sistema. Apesar de existirem componentes comuns à maioria dos sistemas (SLUTER *et al.*, 2014), as formas como estes componentes se comportam, ou são considerados na criação de cada sistemas, influencia o uso e, dessa forma, o resultado alcançado ao se utilizar os sistemas. A desconsideração das necessidades específicas de cada usuário cria problemas e limitações à utilização dos sistemas. A interface dos sistemas, por exemplo, afeta diretamente a usabilidade dos mesmos, pois é através dela que ocorre o diálogo usuário-sistema. Assim sendo, uma interface genérica pode resultar em perda de tempo no desenvolvimento das tarefas desejadas, além de poder interferir negativamente na cognição e na aquisição de conhecimento por parte do usuário. Como resultado, o usuário pode apresentar falta de interesse e de paciência ao utilizar o sistema (YUN e YUFEN, 2011, p.2061).

Como o objetivo de um produto é responder às necessidades para as quais ele foi criado (WIERINGA, 1996, p.71), o seu desenvolvimento começa pela definição dos objetivos e do comportamento esperado. O estabelecimento dos requisitos do produto, e assim, de seus objetivos, possibilita defini-lo e planejá-lo de maneira a que, uma vez concluído, esteja de acordo com as necessidades de seus usuários. (HULL *et al.* 2005, p.21). Parte vital do processo de criação de sistemas, a engenharia de requisitos, oriunda da engenharia de software, define primeiramente o objetivo para criação do sistema, para em seguida relacionar todo o desenvolvimento futuro a este objetivo. Esta necessidade de definição dos requisitos está relacionada a uma demanda por maior qualidade dos produtos gerados com o sistema. No entanto, no que diz respeito à cartografia e à geoinformação, a engenharia de requisitos ainda é pouco explorada por pesquisadores, tendo poucos trabalhos científicos com resultados relevantes e concretos (SLUTER *et al.*, 2014; LLOYD, 2009).

Urbanistas e técnicos das prefeituras municipais utilizam a geoinformação em suas análises do espaço urbano. Dentre os trabalhos que necessitam de

informações referentes ao espaço estão as políticas de aplicação de tributos, tal como a recuperação da mais-valia fundiária. Para que a cobrança de impostos e taxas seja justa e esteja de acordo com a legislação do país, elas precisam estar embasadas em análises espaciais. Além disso, a cobrança de impostos afeta diretamente o contribuinte e, dessa forma, a sociedade como um todo. Assim sendo, para que essas cobranças ocorram de maneira correta, as tecnologias de geoinformação aplicadas na análise do espaço urbano devem ser construídas de acordo com as necessidades, responsabilidades, tarefas e grau de conhecimento em cartografia que os técnicos e planejadores possuem.

Nesta pesquisa, busca-se definir como as particularidades da geoinformação devem ser consideradas no projeto das interfaces de interação do usuário com o sistema de geoinformação para o cálculo da Contribuição de Melhoria, instrumento utilizado para a recuperação de mais-valias fundiárias. Para tanto, adota-se aqui o pressuposto de que, se os requisitos dos usuários forem levantados de acordo com as técnicas e procedimentos de engenharia de requisitos, para se conhecer este usuário e suas necessidades; se forem consideradas neste processo as necessidades em análise espacial e as características da geoinformação; e se as interfaces do sistema apresentarem estas características de maneira clara, compreensível e bem definida; então o sistema a ser criado alcançará os objetivos desejados, proporcionando ao usuário a interatividade necessária para obter resultados corretos no cálculo da Contribuição de Melhoria.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é possibilitar a construção de sistemas de geoinformação que atendam às necessidades em interatividade de seus usuários, através da consideração das características da geoinformação na documentação dos requisitos para o sistema.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral acima descrito, é preciso que sejam atingidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar os levantamentos dos requisitos, através de técnicas de engenharia de requisitos, levando em consideração as peculiaridades e características da geoinformação;
- Definir os questionamentos a serem respondidos pelos usuário e envolvidos com o sistema de geoinformação quando estes devem tomar decisões relacionadas à recuperação da mais-valia fundiária;
- Identificar os requisitos funcionais e não-funcionais relacionados à interatividade com o sistema, definindo assim o que o sistema deve fazer e possíveis restrições de interação;
- Estabelecer a relação entre os requisitos funcionais e não-funcionais e as características e elementos do sistema de geoinformação no que diz respeito à interação do usuário com o sistema;
- Documentar os requisitos para a definição das interfaces do sistema, seguindo padrões reconhecidos de especificação de requisitos, considerando as características da geoinformação nestes padrões.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os técnicos de prefeituras municipais, responsáveis pela análise da valorização de imóveis para cobrança de tributos, necessitam utilizar em seu cotidiano profissional dados e informações geográficas e cartográficas sobre a situação do meio urbano. As políticas urbanas de cobrança de impostos atingem toda a sociedade e, portanto, precisam estar embasadas em conhecimentos e dados corretos. Dentre estas políticas urbanas, a recuperação de mais-valias fundiárias, por meio da Contribuição de Melhoria, ainda é pouco efetiva no Brasil (SMOLKA, 2014; PEREIRA *et al.*, 2013; BARBOSA, 2014).

Entende-se por recuperação de mais-valias fundiárias o processo através do qual parte dos acréscimos do valor da terra atribuídos às ações do governo ou ao esforço da comunidade retornam a essa comunidade. A Contribuição de Melhoria é um tributo que incide especificamente sobre o acréscimo de valor de um imóvel localizado nas áreas direta ou indiretamente afetadas por uma obra pública (BRASIL, Decreto 195/1967). O intuito de sua cobrança é o de retornar à sociedade este acréscimo de valor das terras devido às ações alheias aos investimentos diretos do proprietário (SMOLKA, 2014, p.8), financiando e possibilitando a realização de novas obras, além de promover maior equidade social (SMOLKA, 2014, p.59). Dessa forma, a utilização de sistemas de informação geográfica por parte dos profissionais envolvidos deve resultar em análises que possibilitem a sua tomada de decisão, contribuindo ao desenvolvimento municipal e local.

No entanto, a Contribuição de Melhoria é pouco utilizada no Brasil. Segundo PEREIRA *et al.*, (2013, p. 11), a arrecadação da Contribuição de Melhoria no período de 2000 a 2010 representou apenas 1% do total arrecadado com tributos e impostos imobiliários. Esse baixo índice de arrecadação da Contribuição de Melhoria pode ser explicado por alguns fatores, apresentados por SMOLKA (2014, p.26-30) e BARBOSA (2014, p.20): dificuldade na definição do valor a ser cobrado, dificuldades na definição da área impactada e das propriedades envolvidas, dificuldade em medir a valorização de cada imóvel, problemas na divisão dos valores a serem cobrados e prazos de impugnação da cobrança. Além disso, a falta de conhecimento cartográfico especializado pode resultar em conclusões erradas em relação às informações obtidas e, dessa forma, em cobranças indevidas. Sendo assim, um sistema de geoinformação criado para o cálculo da Contribuição de Melhoria, que leve em conta as necessidades, objetivos, tarefas e limitações dos usuários, pode contribuir para melhorar a arrecadação deste tributo.

2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

BURROUGH e MCDONNELL, (1998 p.11) definem Sistema de Informação Geográfica como uma ferramenta para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e apresentação de dados espaciais do mundo real, com um objetivo particular. Para DAVIS e CÂMARA, (2001, p.42), SIG são “sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial.” WORBOYS, (1995, p.1), apresenta SIG como um sistema de informação computacional que permite captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados geograficamente referenciados. VIEIRA, (2002, p.12) caracteriza um SIG como “um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a disponibilização, a partir de dados georreferenciados, de informação produzida por meio das aplicações disponíveis, visando maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisões relativas ao espaço geográfico”.

Esta abrangência de definições diferentes e, no entanto, com elementos recorrentes, nos permite adotar alguns preceitos relativos aos sistemas de informação geográfica. Primeiramente, o que caracteriza um SIG é sua capacidade de trabalhar (coletar, armazenar, processar, manipular, modelar, analisar, apresentar) com dados espaciais georreferenciados, além de informações complementares não-espaciais. Em seguida, um ponto importante das definições de SIG é sua característica computacional, que possibilita facilidade e agilidade de processamento, capacidade de armazenamento e manipulação de grandes quantidades de dados, e segurança no manuseio desses dados (VIEIRA, 2002, p.14).

Sendo um sistema, um SIG é composto por diferentes elementos que, juntos, produzem resultados não obtidos pelas partes separadamente (NASA, 2007 p.3). Esses elementos que compõe um SIG são: hardware, software, dados e “recursos humanos” (*Liveware*), este último definido como sendo as pessoas responsáveis por

projetar, implementar e utilizar o sistema (MAGUIRE, 1991, p.15-16), através de técnicas e métodos definidos.

CÂMARA e DAVIS (2001, p. 43-44) apresentam uma estrutura hierárquica geral, comum a qualquer sistema de informação geográfica (Figura 2). Em um nível próximo ao usuário encontra-se a interface, que proporciona a interação com o sistema. Em seguida, observa-se os mecanismos de processamento, responsáveis pela entrada, edição, análise e consulta, visualização e saída de dados. Por último, no nível mais interno do sistema observamos o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), responsável pelo armazenamento e recuperação dos dados espaciais e seus atributos.

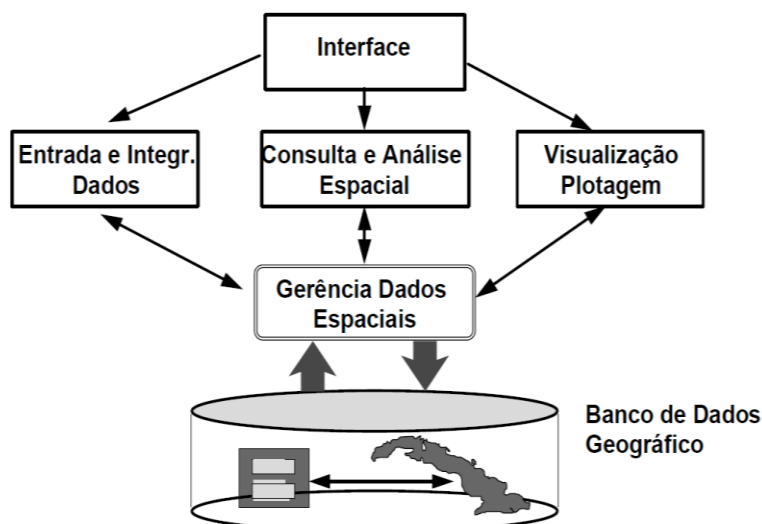


Figura 1: Estrutura de Geral de Sistemas de Informação Geográfica.
Fonte: CÂMARA e DAVIS (2001, p.44).

O primeiro sistema de informação geográfica surgiu no Canadá, na década de 60, voltado para a criação de inventários de recursos naturais (CÂMARA e DAVIS, 2001, p.3). A falta de recursos tecnológicos dificultava o seu uso: baixa resolução de monitores, preço elevado de computadores, capacidade de armazenamento e velocidade de processamento limitadas, além da inexistência de soluções comerciais prontas, o que exigia altos gastos financeiros e de tempo por parte dos interessados/desenvolvedores. Durante a década de 70, avanços tecnológicos possibilitaram a criação de sistemas comerciais, que iniciaram a expansão dos SIGs. Cabe ressaltar o surgimento nesta época dos sistemas de CAD (*Computer Aided Design*), que contribuíram para o desenvolvimento da cartografia automatizada

(CÂMARA e DAVIS, 2001, p.3). No entanto, apenas na década de 80, com a difusão das estações de trabalho, computadores pessoais e banco de dados é que os SIGs passaram a ser utilizados em maior número. Juntando a isso o aperfeiçoamento na aquisição de dados georreferenciados, viu-se um aumento/melhora na coleta, armazenamento, manipulação e visualização de dados, em volume, variedade e heterogeneidade (CÂMARA *et al.*, 1996, p.26). Nesse período viu-se grande competição comercial entre os diferentes fabricantes e vendedores de sistemas (COPPOCK e RHIND, 1991, p.39). É nessa época também que surge a idéia de softwares de SIG com código aberto. O sistema GRASS (do inglês *Geographical Resources Analysis Support System*), desenvolvido a partir de 1982 pelo Corpo de Engenheiros do Exército Norte Americano, possibilitou não só a produção, análise e mapeamento de dados geoespaciais, mas também que os usuários estudassem, modificassem e aumentassem os algoritmos internos e métodos utilizados nas versões do software (NETELER *et al.*, 2012, p.125). O GRASS foi precursor para a criação de diversos softwares de código aberto (QGIS, gvSIG, OrbisGIS, SAGA, entre outros), além de possibilitar a criação do que hoje seria o OGC (*Open Geospatial Consortium*).

Na década de 90, chegaram ao mercado os SIG baseados em banco de dados geográficos, caracterizados por ambientes cliente-servidor e Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados – SGBD (CÂMARA *et al.*, 1996, p.26). Nesta época também, surge a Ciência da Informação Geográfica, cunhada em 1992 por GOODCHILD como o conjunto de questões científicas relacionadas com o uso de computadores para manipulação, processamento, análise, armazenamento ou acesso às informações geográficas (GOODCHILD, 1995, p.1). A diferença entre SIG como sistema e SIG como ciência, de acordo com BLASCHKE e STROBL (2010, p.10), reside no fato de que o sistema se refere às ferramentas, enquanto que a ciência está relacionada com o desenvolvimento e a avaliação das ferramentas.

Com a virada do milênio, novas e inovadoras propostas e produtos surgiram, acompanhando a evolução da tecnologia e da ciência nas áreas de cartografia e informação geográfica. Vê-se o surgimento de *map mashups*, VGI (do inglês *Volunteered Geographic Information*), projetos orientados ao usuário, WebGIS, entre outros. Como apontam DRUMMOND e FRENCH (2008, p.166), grandes companhias como Google, Microsoft, Yahoo!, entre outros, oferecem serviços de

mapeamento web gratuitos, incluindo funcionalidades de SIG, como imagens aéreas, visualização tridimensional e a capacidade de inserção de elementos produzidos pelo usuário.

No que concerne à sua utilização para gerenciamento de dados cadastrais, os sistemas de informação geográfica também podem ser chamados de Sistemas de Informação Territorial - SIT. Dentro de suas funções, o SIT permite integrar dados espaciais, dados censitários, dados cadastrais, imagens de satélite, redes de pontos e modelos numéricos do terreno; gerar mapeamentos temáticos a partir do cruzamento de informações; consultar, recuperar, visualizar e permitir a saída de informações gráficas (LOCH e ERBA, 2007, p.92).

Como visto, os SIG são utilizados em diferentes áreas de aplicação das quais se deseja obter algum conhecimento espacial. Os sistemas possuem características diferentes de acordo com os objetivos aos quais foram construídos. No entanto, observam-se algumas características comuns a todos os sistemas. SLUTER *et al.* (2014, p.2) assumem que um conjunto de componentes genéricos podem ser considerados em qualquer tipo de sistema de geoinformação. Os autores dividem estes componentes em três grupos: geoinformação, geovisualização e base de dados geográficos.

No grupo da geoinformação, os componentes são divididos em: localização, atributos e tempo. A localização se refere aos aspectos geométricos do fenômeno representado, em vista que a geoinformação se baseia na representação de feições geograficamente localizadas. Os atributos dizem respeito a outras características não-geométricas/não-espaciais do fenômeno. O tempo remete ao momento em que os dados geométricos e os atributos são válidos (KRAAK e ORMELING, 2010, p.3; SLUTER *et al.* 2014, p.2).

No grupo da geovisualização, SLUTER *et al.* (2014, p. 2-4) agruparam os componentes que permitem visualizar os resultados do geoprocessamento dos dados e desenvolver análises visuais. São eles: dispositivo para apresentação de imagens (tela), resolução espacial, simbologia e recursos de interatividade. O dispositivo para apresentação de imagens é entendido como o meio de apresentação da informação gráfica e determina o tamanho e as resoluções de cor e

de imagem da solução apresentada. A resolução espacial está ligada ao nível mínimo de generalização da informação a ser visualizada e analisada, de acordo com as necessidades de visualização do usuário. A simbologia está relacionada com as propriedades gráficas dos símbolos cartográficos utilizados e da legenda, outro elemento da geovisualização (DYKES e WOODS, 2010). Os recursos de interatividade são definidos a partir das exigências de interatividade dos usuários em sua manipulação do sistema, seja em ambientes de usuário único (HAKLAY e CHAO LI, 2010) ou em aplicações de mapeamento web (KRAAK e BROWN, 2001).

O grupo que compõem o banco de dados geográficos está relacionado com as tarefas de armazenar, modelar, gerir e acessar os dados espaciais. São divididos em: conteúdo dos dados espaciais, modelagem do conteúdo dos dados, gestão dos dados e acessibilidade dos dados (SLUTER *et al.* 2014, p.2). Aqui devem ser tratados e analisados todos os aspectos relacionados com a estrutura do banco de dados a ser utilizado no sistema. O modelo conceitual do banco de dados, sua modelagem, os dados propriamente ditos; todas as características relacionadas com a informação (geográfica ou não) devem ser consideradas neste grupo.

As informações representadas em um sistema de geoinformação, e armazenadas em um banco de dados, são abstrações ou representações de informações presentes na superfície terrestre, sejam elas físicas ou conceituais. Isso porque objetos e fenômenos reais são complexos e não permitem uma representação completa (BORGES, DAVIS Jr e LAENDER, 2005, p.93). Sistema viário, hidrografia, vegetação, relevo, divisões territoriais, entre outras feições, compõem a superfície da Terra e devem ser abstraídas a fim de serem corretamente representadas. Esta abstração pode ser alcançada por meio de modelos dos dados, que são uma coleção de conceitos a serem utilizados para descrever a estrutura de um banco de dados, apresentando o tipo dos dados, suas relações e restrições (ELMASRI e NAVATHE, 2011, p.30)

Entretanto, a modelagem dos dados geográficos está intrinsecamente ligada às informações que serão representadas. O entendimento de que o espaço geográfico é modelado como geo-campo (fenômenos continuamente distribuídos no espaço, como solo, relevo, etc.) ou geo-objeto (objetos individualizáveis, como edifícios, rios, vias, árvores, etc.) influencia a forma como os dados devem ser

modelados e, assim, como o banco de dados se comporta. Em outras palavras, a modelagem e construção do banco de dados devem ser planejadas em função das necessidades dos usuários.

Ao se planejar a construção de um sistema de geoinformação para um grupo de usuários específico, é preciso que os componentes da geoinformação sejam considerados e evidenciados no documento dos requisitos do sistema, possibilitando um melhor entendimento das necessidades dos usuários e seus objetivos. Dessa forma, o sistema criado atingirá corretamente as demandas em geoinformação dos usuários.

3 DETERMINAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DO USUÁRIO

3.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Por definição, requisitos são “condições ou capacidades necessárias a um usuário para resolver um problema ou atingir um objetivo” (IEEE, 1990). Requisitos são a base para todo projeto, delimitando o que os envolvidos (usuários, clientes, fornecedores, desenvolvedores, empresas) necessitam do sistema, bem como aquilo que o sistema precisa para atingir estas necessidades (HULL *et al.*, 2005, p.2). Ainda, se o propósito do sistema não for conhecido, não fica claro que tipo de sistema será desenvolvido, e assim, é impossível determinar se o sistema, quando terminado, atingirá as necessidades dos usuários (HULL *et al.*, 2005, p.21).

O termo Engenharia de Requisitos foi criado para agrupar todas as atividades que envolvem a descoberta, a documentação e a manutenção dos requisitos para um sistema computacional (KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998). O processo de definição dos requisitos depende de fatores como o tipo de aplicação a ser desenvolvida, o tamanho e a cultura das empresas envolvidas, e o processo de aquisição de software utilizado (SOMMERVILLE, 2005, p.16). No entanto, para qualquer aplicação, independentemente de seu porte e seu objetivo, algumas etapas são fundamentais para todo processo de engenharia de requisitos (SOMMERVILLE, 2005, p.16), sendo elas: elicitação, análise, negociação, validação, documentação e gestão dos requisitos.

- i. A elicitação dos requisitos é o processo de reunir as informações úteis para compreender as características do problema, bem como os requisitos dos envolvidos com o sistema (SLUTER *et al.*, 2014, p.8); De acordo com van VLIET (2007, p.214), as duas principais fontes de informação para elicitação de requisitos são os usuários (profissionais que utilizarão o sistema) e o domínio ao qual o conhecimento é aplicado (livros, revistas especializadas, artigos, etc.).
- ii. Assim que as informações referentes ao contexto do problema e aos requisitos dos usuários foram definidas, estas precisam ser documentadas,

descritas e analisadas, para que sejam gerenciadas durante o decorrer do projeto (van VLIET, 2007,p.206).

- iii. Diversos fatores podem resultar em diferenças de visão de requisitos, tanto por parte dos desenvolvedores (tempo de desenvolvimento, custos, etc.) como dos envolvidos (divergências de funcionalidades, qualidade, objetivos, etc.) (van VLIET, 2007, p.207). Estas divergências devem ser negociadas: levantadas, analisadas e, se necessário, concessões devem ser feitas pelas partes envolvidas para se chegar a um entendimento mútuo.
- iv. Na etapa de validação dos requisitos as partes envolvidas devem chegar a um acordo: os requisitos corretos devem ser definidos (validação), e devem ser definidos corretamente (verificação) (van VLIET, 2007, p.207, SOMMERVILLE, 2011, p.110-111).
- v. A documentação dos requisitos consiste na especificação daquilo que o desenvolvedor do sistema deve implementar (SOMMERVILLE, 2011, p.91). Deve ser escrito de maneira a ser entendido tanto pelos envolvidos, quanto pelos desenvolvedores.
- vi. Gestão: com o passar do tempo, os requisitos do sistema podem mudar devido às mudanças tecnológicas, às melhores definições dos requisitos e às necessidades dos usuários, às divergências de visões entre os diferentes usuários, entre outras razões. Assim, é preciso entender e controlar estas mudanças nos requisitos do sistema, desde as primeiras versões da documentação dos requisitos (SOMMERVILLE, 2011, p.111-112).

Todo processo de engenharia de requisitos é interativo e cíclico (Figura 1), as atividades se repetem a partir das definições anteriores, tendo continuidade até mesmo nas etapas de implementação e operação do sistema (SOMMERVILLE, 2005, p.17). Cada etapa deve ser documentada e registrada para a futura implementação.

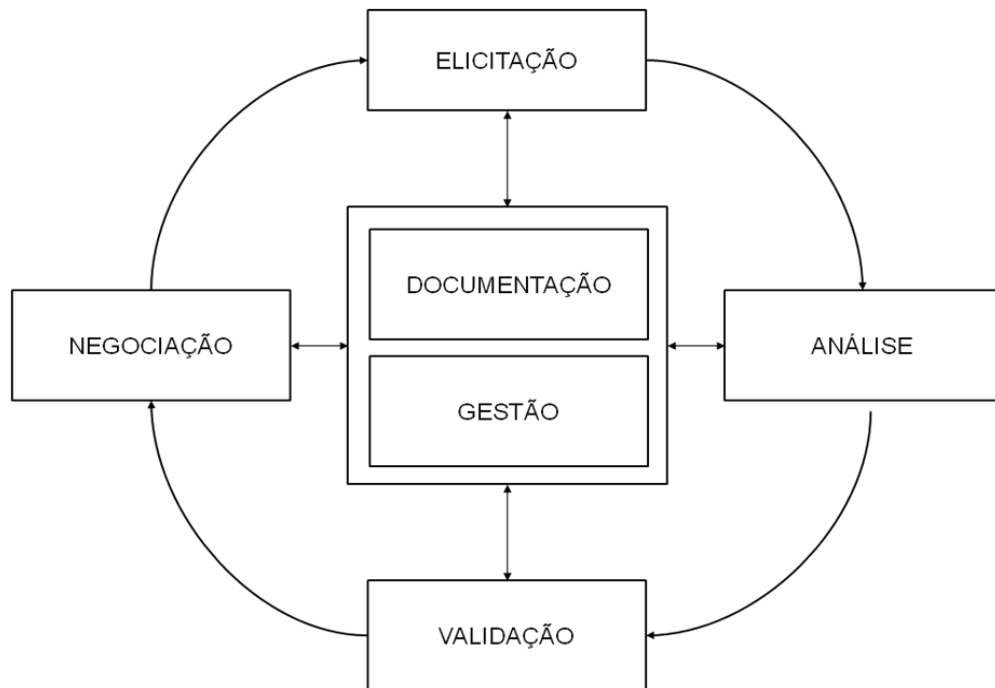


Figura 2: Ciclo de atividades da Engenharia de Requisitos
(traduzido e adaptado de SOMMERVILLE, 2005, p.17)

O resultado das etapas de engenharia de requisitos é um documento que tem como objetivo organizar as informações levantadas, propiciar o entendimento mútuo entre desenvolvedores e envolvidos sobre as necessidades e metas do sistema a ser desenvolvido, além de servir de ponto de partida para as fases seguintes da implementação do sistema (ROSS e SCHOMAN JR., 1977, p.6; IEEE Std.1233, 1998, p.4-5). As principais vantagens obtidas utilizando-se a engenharia de requisitos são o entendimento das necessidades dos usuários por parte da comunidade técnica, a possibilidade de visualização prévia de problemas e desentendimentos entre os envolvidos (como o sistema ainda não foi implementado, o custo para corrigi-los é baixo), uma base de comparação entre o sistema criado e as necessidades do usuário, a delimitação do sistema e as suas funcionalidades, a possibilidade de prévio planejamento de esforços a serem gastos no desenvolvimento do sistema, o auxílio e a facilidade para possíveis mudanças e correções, entre outros (IEEE Std.1233, 1998, p.6-7). No entanto, como a engenharia de requisitos trabalha com diferentes envolvidos, alguns problemas surgem, como dificuldade de contato com todos os envolvidos, os objetivos almejados por cada um podem ser variados e conflitantes, além da dificuldade de

articulação destes objetivos (NUSEIBEH e EASTERBROOK, 2000, p.37), pois muitas vezes os envolvidos não possuem uma ideia clara de suas necessidades.

3.2 ENGENHARIA DE REQUISITOS EM SISTEMAS DE GEOINFORMAÇÃO

YONGXIANG e ZHONGYU (2010) propuseram um módulo de extração de requisitos para criação de mapas. A partir do levantamento de 48 documentos contendo os requisitos de informações geográficas de determinados usuários, um módulo de extração destes requisitos foi elaborado. Os autores ressaltaram que para o levantamento dos requisitos consideraram apenas as necessidades do público em geral, como aplicações para navegação, turismo, localizações comerciais (lojas), e outros (YONGXIANG e ZHONGYU, 2010, p.1596). Os requisitos dos usuários foram divididos em três categorias distintas:

- requisitos especializados, contendo as necessidades gerais, descritas acima e que determinam os outros requisitos;
- interesses ou informações temáticas detalhadas e relevantes ao uso desejado; e
- características ou detalhes das informações.

Além disso, a base cartográfica também é definida a partir dos requisitos especializados. Após a determinação destes requisitos, os mesmos são formalizados, representados em uma “tupla”, ou uma sequência finita de objetos, na forma $\langle R, L1, \text{Inte_P}, L2, S \rangle$, que possui como elementos a base cartográfica (R), seu nível de detalhamento (L1), as informações de interesse (Inte_P) com seus respectivos níveis de detalhamento (L2), e os estilos do mapa (S) – este último referente à simbologia, ao esquema de cores entre outros elementos relacionados. A partir desta formalização os autores realizaram a implementação do módulo de extração de requisitos, no qual o usuário deve inserir suas necessidades através de uma interface. Através da interação do usuário com esta interface, os parâmetros definidos na “tupla” são identificados, o que possibilita obter informações para

criação de um produto sob medida (YONGXIANG e ZHONGYU, 2010, p.1598). No entanto, a utilização do módulo não é descrita pelos autores.

Com relação à elicitação dos requisitos, SLUTER *et al.* (2014), apresentaram diretrizes para aquisição dos requisitos aplicadas às soluções de geoinformação. Os autores propuseram um questionário a ser seguido durante o processo de elicitação dos requisitos, a partir da proposta de KOTONYA e SOMMERVILLE (1998). Primeiramente são estabelecidos os objetivos, com a definição das metas, do problema a ser solucionado e das restrições da solução de geoinformação. A segunda etapa refere-se ao entendimento do *background* do sistema, com a definição do contexto de uso e de suas características, determinação do domínio da aplicação do sistema e das soluções existentes com suas características. Em seguida, o conhecimento é organizado, com a identificação dos envolvidos, priorização (hierarquização) dos objetivos e filtragem dos conhecimentos necessários e úteis ao sistema. Por fim, a coleta dos requisitos é realizada, sejam eles dos envolvidos, do domínio da aplicação ou das atividades do usuário (SLUTER *et al.*, 2014, p. 8). Além disso, os autores ainda apresentaram várias técnicas, descritas na literatura especializada, para elicitação dos requisitos que podem ser utilizadas também para sistemas de geoinformação, como, por exemplo, análise de documentos, entrevistas, *brainstorming*, questionários e cenários. O objetivo destas diretrizes (SLUTER *et al.*, 2014, p.12) é possibilitar a aquisição/definição dos requisitos com informações suficientes para definir a funcionalidade, interface externa, desempenho, atributos e restrições impostas na implementação de um sistema de geoinformação.

Clarke (1991) apresenta uma metodologia para a aquisição de sistemas de informação geográfica a partir da necessidade dos usuários. Voltada principalmente para empresas que desejam adquirir sistemas de geoinformação, a metodologia é dividida em quatro estágios: análise dos requisitos, especificação dos requisitos, avaliação das alternativas e implementação do sistema. O autor informa que um sistema de informação geográfica, como qualquer sistema de informação, será bem-sucedido se as expectativas dos usuários, e das pessoas envolvidas com o sistema, forem atendidas. Para que isso ocorra, o autor apresenta dois fatores considerados críticos: a análise dos requisitos dos usuários e o impacto que o sistema terá na empresa ou companhia. O autor salienta que a análise dos requisitos deve: ser

minuciosa; envolver captura de dados, processamento de dados e os usuários finais do produto; ter o comprometimento do usuário; e ser ponto focal das etapas de avaliação e de implementação.

4 RECUPERAÇÃO DE MAIS-VALIAS FUNDIÁRIAS

O conceito de mais-valia fundiária representa o acréscimo de valor da terra devido a investimentos em infraestrutura, resultantes de ações do governo ou de esforços da comunidade. A recuperação de mais-valias fundiárias refere-se à necessidade de retorno à sociedade de todo ou parte destes incrementos de valor da terra decorrentes de ações alheias ao investimento direto do proprietário (SMOLKA, 2014, p.8). Este conceito se aplica exclusivamente ao valor da terra, não sendo extensivo para ganhos de produtividade ou alterações de valor associados às edificações (SMOLKA, 2014, p.9). Além de obras públicas, a classificação de uso do terreno também pode resultar em valorização: exemplo pode ser observado quando determinada região, antes rural, passa a ser considerada urbana. Mesmo não havendo investimento imediato em infraestrutura, ocorre a valorização dos terrenos e a criação de mais-valia (SANDRONI, 2011, p.2).

Segundo SMOLKA (2014, p.10), a recuperação de mais-valias fundiárias vem tendo cada vez mais popularidade, principalmente devido a fatores como:

- descentralização fiscal, que estimula os municípios a expandirem suas fontes próprias de receitas;
- planejamento e gestão urbanos, através de planejamento urbano compreensivo;
- maior flexibilidade em ferramentas aplicadas a projetos ou áreas específicas;
- redemocratização e consciência social, com o aumento no nível de participação popular, demandas sociais por incremento dos gastos públicos, reformas constitucionais e legislativas;
- agendas neoliberais e privatização;
- influência de agências multilaterais, por meio da cobrança de taxas a usuários de serviços e recuperação de custos de investimentos públicos; e
- considerações pragmáticas como substitutas para o desempenho insatisfatório com arrecadação de impostos imobiliários.

A recuperação de mais-valias é um conceito antigo, que vem do entendimento de que aquele que recebe benefícios deve pagar por eles (VILLAMIL, 2000 apud SMOLKA, 2014, p.13). Em países como Inglaterra, França e Itália, a valorização fundiária foi utilizada para financiar melhorias urbanas, como construção de canais, parques, vias e pontes nos séculos XV, XVI e XVII (REYES, 1980 apud SMOLKA, 2014, p.13-14). As 1ª e 2ª Guerras Mundiais também viram surgir diferentes formas de contribuição sobre a valorização, principalmente voltadas para a reconstrução e a urbanização dos países envolvidos.

No Brasil, a Lei nº 10.257 de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, complementa princípios estabelecidos pela Constituição Federal de 1988 no que tange à recuperação de mais-valias, incluindo a função social da propriedade, a separação do direito de propriedade da terra e o direito de construir, o direito de preferência dos governos municipais na compra de terras, e a utilização da transferência dos direitos de construir (SMOLKA, 2014, p.15).

4.1 INSTRUMENTOS PARA A RECUPERAÇÃO DE MAIS-VALIAS FUNDIÁRIAS

Convencionalmente, os instrumentos de recuperação de mais-valias fundiárias são categorizados como impostos, taxas, contribuições de melhoria, e contrapartidas regulatórias (SMOLKA, 2014, p.20)

- Os impostos relacionados ao valor da terra são uma forma de recuperação de mais-valias. O imposto sobre a propriedade recupera uma parte do valor resultante de ações e investimentos públicos acumulados. Além disso, incrementos temporários da alíquota do imposto sobre a propriedade também representam recuperação de mais-valias fundiárias quando, por exemplo, são aplicados encargos adicionais visando o financiamento de determinadas infraestruturas urbanas (SMOLKA, 2014, p.21-23);
- Contribuição de Melhoria (CM) é uma “contribuição ou encargo que incide sobre os proprietários de certos bens imóveis para custear serviços ou melhoramentos públicos dos quais eles se beneficiam” (BORRERO OCHOA,

2011 apud SMOLKA, 2014, p.23). De acordo com PEREIRA *et al.* (2013, p. 9) a Contribuição de Melhoria é cobrada no Brasil desde o século XIX. Atualmente, a Contribuição de Melhoria é indicada no Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257, de 2001) como um dos instrumentos a serem utilizados para “recuperação das inversões públicas das quais tenha resultado valorização de imóveis urbanos” (BRASIL, 2001).

- Contrapartidas por direito de construir são baseadas na separação entre direito de construir e direito de propriedade fundiária, e “permitem ao setor público recuperar o incremento de valor da terra resultante dos direitos de desenvolvimento imobiliário que ultrapassem uma base de referência preestabelecida” (SMOLKA, 2014, p.35).

4.2 CONTRIBUIÇÃO DE MELHORIA

Como mencionado acima, a Contribuição de Melhoria é um tributo cujo fato gerador, ou seja, o motivo de sua cobrança, é o acréscimo do valor de um imóvel resultante de um investimento público em infraestrutura. É um instrumento de recuperação de mais-valia importante, principalmente para os municípios, pois contribui para sua autonomia financeira, além de permitir o cumprimento da função social da propriedade (PEREIRA *et al.*, 2013, p.2).

O Decreto Federal 195 de 1967 (BRASIL, 1967) apresenta o conjunto de obras públicas que podem resultar na cobrança do tributo:

- i. Abertura, alargamento, pavimentação, iluminação, arborização, esgotos pluviais e outros melhoramentos de praças e vias públicas;
- ii. Construção e ampliação de parques, campos de desportos, pontes, túneis e viadutos;
- iii. Construção ou ampliação de sistemas de trânsito rápido, inclusive todas as obras e edificações necessárias ao funcionamento do sistema;
- iv. Serviços e obras de abastecimento de água potável, esgotos, instalações de

redes elétricas, telefônicas, transportes e comunicações em geral ou de suprimento de gás, funiculares, ascensores e instalações de comodidade pública;

- v. Proteção contra secas, inundações, erosão, ressacas, e de saneamento de drenagem em geral, diques, cais, desobstrução de barras, portos e canais, retificação e regularização de cursos d'água e irrigação;
- vi. Construção de estradas de ferro e construção, pavimentação e melhoramento de estradas de rodagem;
- vii. Construção de aeródromos e aeroportos e seus acessos;
- viii. Aterros e realizações de embelezamento em geral, inclusive desapropriações em desenvolvimento de plano de aspecto paisagístico.

No entanto, apesar de ser cobrada desde o século XIX no Brasil e de estar bem embasada na legislação brasileira (Constituição Federal, Código Tributário Nacional, Estatuto da Cidade, Decreto-Lei 195/1967, Códigos Tributários Municipais), a Contribuição de Melhoria ainda é pouco utilizada no país. PEREIRA *et al.* (2013, p.11) mostram que no Brasil, no período de 2000 a 2010, os valores arrecadados com Contribuição de Melhoria representaram apenas 1% do valor total arrecadado com tributos e impostos imobiliários, ao passo que IPTU e ITBI representaram 79% e 20%, respectivamente. Ainda, os autores apresentam uma análise e avaliação da utilização da Contribuição de Melhoria nos municípios do estado do Paraná entre os anos de 2000 e 2010. Tomou-se como base o Relatório de Finanças do Brasil (FINBRA), que contém informações sobre as despesas e as receitas dos municípios brasileiros, e que é divulgado pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN). A análise realizada pelos autores mostrou que, dos 399 municípios do Estado do Paraná, 307 apresentaram receita por meio da CM no período (BRASIL. STN, 2011 apud PEREIRA *et al.* 2013, p.15). A arrecadação municipal via Contribuição de Melhoria alcançou US\$ 77.188.822,00, representando 3% do total arrecadado com todos os demais impostos municipais cuja base de lançamento é o valor do imóvel (PEREIRA *et al.* 2013, p.15). Por meio da análise de arrecadação dos municípios os autores constataram sua pouca expressividade no âmbito do orçamento público, apesar de haver casos de maior participação percentual do

tributo (PEREIRA *et al.* 2013, p. 17). Ao analisar apenas a receita dos municípios (tributos municipais, taxas e contribuições de melhoria) e extraindo-se outras fontes de receita, um impacto maior da CM pôde ser observado nos menores municípios (população inferior a 10.000 habitantes), representando 2,96% da receita municipal. Nos municípios com mais de 500.000 habitantes, a CM representou apenas 0,12% da receita municipal.

SMOLKA (2014, p.26-30), apresenta alguns fatores que podem justificar esta baixa porcentagem de utilização da Contribuição de Melhoria: dificuldade na definição da área de influência e na identificação de todos os lotes atingidos; dificuldade na definição do valor a ser cobrado; problemas na distribuição correta do valor a ser cobrado entre todos os lotes (de acordo com o grau de acesso ao benefício). Estes elementos, somados com as diversas fontes tributárias da legislação brasileira e o desconhecimento das práticas e métodos por parte dos gestores públicos, contribuem para o escasso uso da CM no país.

Segundo PEREIRA *et al.* (2013, p.4), existem três entendimentos distintos para a base de cálculo do valor da CM no Brasil: limite geral, que considera o custo total ou parcial da obra pública rateado entre os imóveis influenciados; limite individual, que considera apenas o valor da valorização do imóvel; e limite geral e limite individual, que considera tanto a valorização do imóvel como o custo da obra pública. Ainda segundo os autores, considera-se para a cobrança da CM o menor valor dentre os parâmetros: rateio do custo total ou parcial da obra (RCO) e cálculo da valorização imobiliária (CVI). Assim, se RCO for maior que CVI, o valor a ser tributado é o CVI (o valor cobrado do proprietário não pode ser maior do que a valorização de seu imóvel); se CVI for maior que o RCO, o valor a ser tributado é o RCO (o total arrecadado não pode ser maior do que o custo da obra).

Os lotes considerados para cobrança da Contribuição de Melhoria encontram-se dentro da área de influência da determinada obra de infraestrutura. Tanto o cálculo da valorização (CVI) quanto o rateio do custo da obra (RCO), necessitam de informações sobre a localização espacial dos lotes beneficiados, bem como de dados sobre estes lotes (proprietário, área, informações sobre zoneamento, entre outros). Neste contexto, o cadastro técnico multifinalitário urbano é uma ferramenta de gestão municipal que apresenta informações sobre os lotes urbanos, e que é

amplamente utilizado pelos gestores públicos em diversas áreas de interesse, entre elas a cobrança de impostos e tributos.

4.3 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

De acordo com a Federação Internacional dos Agrimensores (FIG), o cadastro é um sistema de informação territorial normalmente gerido e mantido pelo governo, baseado em parcelas e criado com o objetivo de auxiliar na tributação da terra, nas operações de transferências imobiliárias e na redistribuição da terra. Atualmente, também é utilizado pelos setores privado e público para propiciar o desenvolvimento da terra, o planejamento urbano e rural, a gestão da terra e o monitoramento ambiental (FIG, 1995).

A parcela, base para a estruturação do cadastro, é uma unidade de terra, única e bem definida, à qual se atribui um código (endereço, coordenadas, número de lote) e que possui limites delimitados formal ou informalmente para uso de seu proprietário (FIG, 2015). Estes limites podem ser naturais (cursos d'água, divisores de água, etc.) ou artificiais (muros, cercas, marcos, etc.) e só possuem valor legal caso exista uma documentação cartográfica identificando-os (LOCH e ERBA, 2007, p.33). Esta documentação deve ser elaborada a partir de técnicas de levantamento, sejam topográficas, fotogramétricas ou GPS. Os mapas cadastrais criados apresentam a localização das parcelas e, com o auxílio do código individual de cada parcela, é possível acessar as informações textuais, ou atributos da parcela, tais como valor da terra, proprietário e uso da propriedade (FIG, 2015).

O cadastro urbano compreende o conjunto de dados descritivos sobre as parcelas públicas e privadas dentro de uma cidade, baseado na cartografia em grande escala (LOCH e ERBA, 2007, p.104). Os principais objetivos do cadastro urbano são (LOCH e ERBA, 2007, p.104; LOCH, 2005, p.76):

- coletar e armazenar dados descritivos do espaço urbano;
- manter atualizado o sistema descritivo das características das cidades;
- implantar e manter atualizado o mapeamento em grande escala;

- fornecer dados físicos para o planejamento urbano por meio de bases alfanuméricas e cartográficas;
- fazer com que o sistema cartográfico e o descritivo gerem informações necessárias à execução de planos de desenvolvimento integrado da área urbana;
- tornar as transações imobiliárias mais confiáveis, a partir da definição das parcelas;
- propiciar a integração de dados provenientes de múltiplas fontes através da nomenclatura cadastral e de uma base cartográfica única;
- facilitar o acesso rápido e confiável dos diversos órgãos públicos e particulares aos dados e informações, dentro do marco estabelecido pela lei.

O cadastro pode ser chamado de Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) quando engloba os aspectos econômicos, físicos, jurídicos, ambientais e sociais do imóvel e das pessoas que o habitam (LOCH e ERBA, 2007, p.40). No Brasil, de acordo com o Art. 1º da Portaria Nº 511, de 7 de dezembro de 2009, que estabelece as Diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário, "o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), quando adotado pelos municípios brasileiros, será o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca." (BRASIL/Portaria Nº 511, 2009)

Como descreve De CESARE (2005, p.57), o cadastro serve de base para o lançamento de tributos imobiliários, além de fornecer informações sobre o desenvolvimento urbano e ambiental do município, o uso e ocupação do solo, e as questões relacionadas a intervenções urbanas e políticas sociais. Ainda segundo a autora, informações como endereço; nome do proprietário; CPF e endereço para correspondência, além dos atributos próprios do imóvel, como área do terreno; área e ano da edificação, se houver; tipologia construtiva; finalidade construtiva e uso; e a sua correta localização, todas estas informações são fundamentais para a notificação, lançamento e execução de tributos (De CESARE, 2005, p.57-58).

No que diz respeito à Contribuição de Melhoria, a identificação da área impactada e de cada lote beneficiado é de grande importância (PEREIRA *et al.*, 2013, p.28). Assim, a cobrança deste tributo deve estar associada à cartografia cadastral e ao identificador único de cada parcela, definido pelo cadastro urbano.

A cartografia cadastral tem por objetivo representar os limites das parcelas territoriais, e deve apresentar elementos cartográficos básicos, como sistema de coordenadas, sistema de projeção, escala, e o mapa de localização. A grande quantidade de detalhes e elementos a serem mapeados no ambiente urbano exige uma cartografia cadastral em grande escala, o que proporciona uma representação e descrição detalhada do território e das parcelas municipais (OLIVEIRA, 2010, p.35). No Brasil, as escalas adotadas para a cartografia cadastral urbana são 1:2.000, 1:1.000 e 1:500 (OLIVEIRA, 2010, p.38).

A cartografia cadastral é, usualmente, feita a partir de restituições fotogramétricas, para áreas grandes, ou por meio de levantamentos topográficos, para municípios com baixo desenvolvimento vertical e horizontal (LOCH e ERBA, 2007, p.107; CARNEIRO, 2000, p.72). De acordo com o Art. 10 da Portaria 511/2009 (BRASIL/Portaria Nº 511, 2009), as parcelas territoriais devem estar referenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB. Este representa a materialização de uma rede de pontos com coordenadas conhecidas, determinadas ou homologadas por órgãos oficiais, e mantida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, proporcionando o correto posicionamento de elementos no território brasileiro (CARNEIRO, 2010, p.49).

Uma das características fundamentais necessárias ao cadastro é a sua atualização de acordo com a realidade municipal. De acordo com LOCH & ERBA (2007, p. 49), a atualização da cartografia cadastral é feita por empresas contratadas para este fim. Outra característica importante da cartografia cadastral é a adoção de um identificador único para cada parcela cadastral. Este identificador é um valor numérico que vincula a parcela cadastral com o Registro de Imóveis, combinando assim as características físicas com os atributos jurídicos e legais. Apresenta dígitos suficientes para representar todas as parcelas do município, prevendo também futuras novas parcelas a serem criadas (PHILIPS, 2010, p.21).

5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração desta pesquisa parte da engenharia de requisitos, com o intuito de determinar as necessidades, expectativas e questionamentos dos usuários de sistemas de geoinformação, o contexto de uso e as atividades a serem desempenhadas pelo usuário, para na sequência elaborar a documentação dos requisitos, levando em conta a geoinformação e suas características (Figura 3). A validação dos requisitos, última etapa do processo tem por objetivo confirmar os dados levantados e, dessa forma, garantir que a proposta elaborada atinja as necessidades dos usuários e envolvidos.

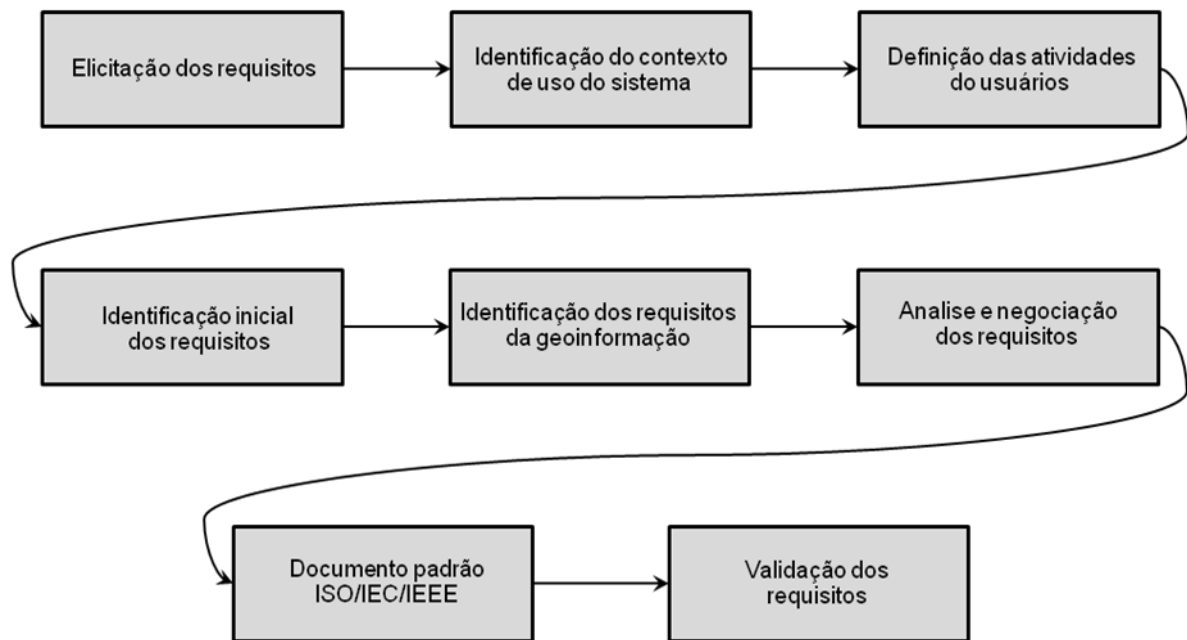


Figura 3: Metodologia proposta.
(fonte: o autor)

5.1 ESTUDO DE CASO

Para o desenvolvimento desta pesquisa, realizou-se um estudo de caso de aplicação de um sistema para cálculo da contribuição de melhoria no município de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul. Situado na região Centro-Oeste do Brasil, Campo Grande apresenta uma população de 786.787 habitantes (IBGE, 2010b) e uma área de 8.092 Km² (IBGE, 2010). A Contribuição de Melhoria é aplicada no município desde 2000 (SILVA e PEREIRA, 2015), e está regulamentada

pelo Decreto Municipal 9.674 de Julho de 2006 (CAMPO GRANDE, 2006), além de constar na Lei 1.466 de Outubro de 1973, que estabelece o Código Tributário Municipal (CAMPO GRANDE, 1973).

Segundo SILVA e PEREIRA (2015), no período de 2000 a 2012 o valor arrecadado com CM em Campo Grande representou apenas 1,25% da receita tributaria municipal. Observa-se que a arrecadação da Contribuição de Melhoria ainda representa uma porcentagem muito baixa do total arrecadado em tributos no município. O fato da aplicação da Contribuição de Melhoria ser consolidada no município e, no entanto, ainda ter pouca representatividade na receita tributária municipal levaram à escolha deste local para o estudo da pesquisa.

5.2 MATERIAIS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, e principalmente para o projeto das interfaces de interação do usuário com o sistema proposto, algumas ferramentas e softwares foram utilizados. Alguns destes são resultado dos processo de elicitação e análise dos requisitos dos usuários, e serão tratados novamente no capítulo 6.

Os softwares utilizados foram:

- QGIS (v.2.8.2): sistema de informação geográfica gratuito e de código aberto. Possibilita implementação em linguagem Python para criação de aplicações personalizadas.
- Qt Designer (v.5.4.1): ferramenta utilizada para o projeto e construção de interfaces gráficas. Foi utilizado para a criação das interfaces Criar Projeto, Inserir Área Beneficiada e Emissão de Edital
- Astah Community (v.7.0.0): ferramenta gratuita de modelagem UML. Foi utilizado para a construção de diagramas de casos de uso e diagrama de atividades.

Além destes softwares, dados cartográficos também foram utilizados, provenientes da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) da Prefeitura de Campo Grande. Estes dados tiveram que ser analisados para verificar sua consistência e integridade. Observou-se que algumas

das feições disponibilizadas pelo órgão precisavam de edição de seus elementos, pois apresentavam conflitos topológicos. Assim, para que os dados disponibilizados pela SEMADUR pudessem ser utilizados, os mesmos tiveram que ser editados, visando manter suas características topológicas e geométricas.

5.3 ELICITAÇÃO DOS REQUISITOS

Esta pesquisa considera a engenharia de requisitos e a definição das necessidades do usuário. Como visto, os requisitos constituem a base para a criação eficiente de um sistema, e devem ser utilizados durante todo o processo de implementação do mesmo. Requisitos incompletos ou mal definidos podem acarretar em problemas futuros, como erros, conclusões equivocadas e mesmo em um sistema que não atinge os objetivos desejados (SOMMERVILLE, 2011; HULL *et al.*, 2005).

KOTONYA e SOMMERVILLE (1998), apresentam orientações e diretrizes para a correta escrita, análise, validação e gerência de requisitos. Eles propõem um modelo de atividades a serem realizadas em um processo de engenharia de requisitos (KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998): elicitação dos requisitos, análise e negociação dos requisitos, documentação dos requisitos e por último a validação dos requisitos (Figura 4). A partir destas atividades, os requisitos são documentados e utilizados para comunicar informações do sistema a todos os envolvidos (SOMMERVILLE E SAWYER, 1997, p. 37)

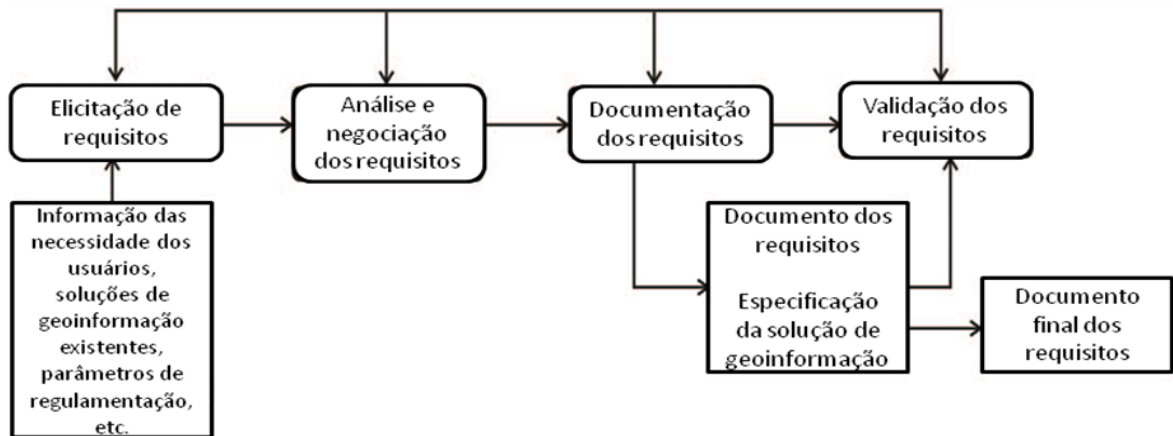


Figura 4: Modelo de atividades do processo de engenharia de requisitos.
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998).

(Adaptado para soluções de geoinformação por SLUTER *et al.*, 2014. Traduzido pelo autor).

Assim, o processo da engenharia de requisitos inicia-se pela elicitação dos requisitos. Nesta etapa, são obtidas todas as informações sobre os usuários, seus objetivos, conhecimentos e necessidades, bem como as características do sistema a ser construído.

Em SLUTER *et al.* (2014, p. 8-11) são apresentadas diretrizes e instruções para elicitação de requisitos para sistemas de geoinformação. Estas instruções, adaptadas do processo genérico de elicitação de requisitos apresentado por KOTONYA E SOMMERVILLE (1998) seguem o diagrama ilustrado na Figura 5 abaixo:

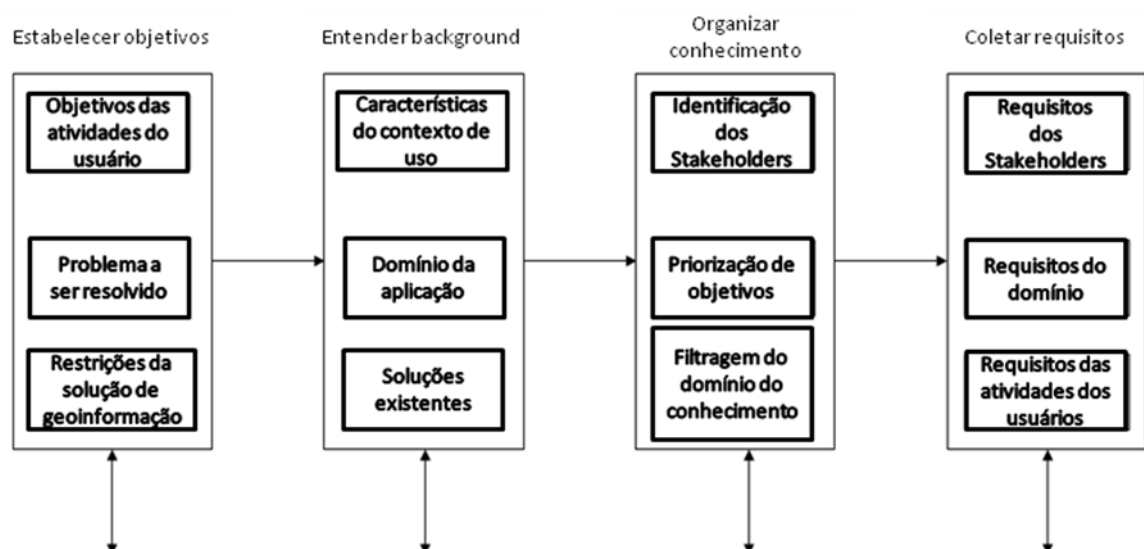


Figura 5: Processo genérico de elicitação de requisitos.
(KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998)

(Adaptado para sistemas de geoinformação por SLUTER *et al.*, 2014. Traduzido pelo autor).

O primeiro passo consiste em estabelecer os objetivos do sistema. Isso inclui definir os objetivos das atividades do usuário, uma descrição do problema a ser solucionado, juntamente com o motivo para se usar o sistema, além de possíveis restrições do sistema de geoinformação. Nesta etapa, devem ser definidas as condições e restrições necessárias para o sistema de geoinformação, para que as análises realizadas com este alcancem os resultados esperados (SLUTER *et al.*, 2014, p.8). Em seguida, faz-se necessário adquirir o conhecimento técnico-científico que embasa as atividades do usuário, mais especificamente seu contexto de uso, o domínio da aplicação do sistema de geoinformação e as soluções já existentes. Aplicam-se, usualmente, entrevistas com os usuários e análise de documentos relativos ao uso desejado e ao domínio de conhecimento. Na sequência, o conhecimento adquirido nas etapas anteriores é organizado e conferido. Os envolvidos são identificados, as metas são organizadas por importância, e o domínio do conhecimento é filtrado, sendo descartadas as informações não diretamente relevantes ao sistema (KOTONYA E SOMMERVILLE, 1998). Só depois destas etapas iniciais é que são coletados os requisitos, sejam eles relativos aos envolvidos, ao domínio do conhecimento, ou às atividades dos usuários.

Com o intuito de propor uma metodologia para a elicitação de requisitos para soluções de geoinformação, SLUTER *et al.* (2014, p. 8-11) apresentam um conjunto de questionamentos a serem respondidos pelos envolvidos para coletar as informações necessárias sobre requisitos, necessidades e domínio da aplicação. As perguntas foram propostas de acordo com a adaptação para soluções de geoinformação do processo genérico de elicitação de requisitos proposto por KOTONYA e SOMMERVILLE (1998) (Figura 5). Algumas perguntas deste questionário foram adotadas para esta pesquisa e estão descritas a seguir:

1. Atividades do usuário:

- Quais são as responsabilidades dos usuários no "contexto de uso" definido?
- Quais são as atividades que os usuários devem realizar para cumprir suas responsabilidades?
- Quais são os conhecimentos técnico-científicos que são o suporte teórico às atividades dos usuários?

2. O problema a ser resolvido:

- Qual é o problema a ser resolvido?
- Qual é o conhecimento geográfico necessário para a solução do problema?

3. Restrições da solução de geoinformação:

- Quais as condições dos dados geográficos que são necessárias para a solução do problema?
- Quais são as restrições dos dados geográficos e dos sistemas de geoinformação que são exigidas pelas condições definidas na questão anterior?

4. Objetivos do sistema de geoinformação:

- Com base nos objetivos das atividades dos usuários, no problema a ser resolvido, e nas condições e restrições da solução, quais são os objetivos do sistema de geoinformação?

5. Identificação dos envolvidos e dos usuários:

- Quem são os envolvidos no domínio da aplicação?
- Quais características dos envolvidos devem ser consideradas no projeto do sistema de geoinformação?
- Entre os envolvidos, quem são os usuários do sistema?
- Quais são as responsabilidades e tarefas do usuário neste contexto da aplicação?

6. Priorização dos objetivos e filtragem do conhecimento do domínio da aplicação:

- Qual conhecimento geográfico o usuário necessita construir?

Para responder a estes questionamentos, SLUTER *et al.* (2014, p.10-11) apresentam algumas técnicas utilizadas para elicitación de requisitos e que são amplamente descritas na literatura. Nesta pesquisa foram utilizadas:

- Análise de documentos e revisão de literatura (para adquirir conhecimento sobre contexto da atividade, objetivos e metas);
- *Brainstorming* (para entender os conceitos iniciais do problema a ser resolvido);
- Questionários (para refinar o problema e definir condições e restrições para a solução de geoinformação)

5.4 ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO DOS REQUISITOS

A próxima etapa do processo de engenharia de requisitos é a análise e a negociação das informações elicitadas, o que possibilita encontrar novos requisitos omitidos anteriormente, conflitos entre requisitos, requisitos ambíguos ou que se sobrepõem, ou mesmo requisitos que são irreais ou impossíveis de serem atingidos (SOMMERVILLE e SAWYER, 1997, p.112).

A análise dos requisitos, de acordo com SOMMERVILLE e SAWYER (1997, p.113), é um processo caro e demorado, pois os especialistas precisam verificar cada elemento e suas implicações para o sistema. Ainda, como diferentes pessoas compreendem, pensam e tiram conclusões de maneiras diferentes, os autores informam que não é possível se obter um padrão ou estrutura fixos para a análise e a negociação dos requisitos. No entanto, algumas práticas podem ser utilizadas. Nesta pesquisa foram adotadas as seguintes práticas (SOMMERVILLE e SAWYER, 1997):

- Utilização de *checklists*: os especialistas que analisam os requisitos utilizam um *checklist* com um conjunto de questões para avaliar cada requisito. Os problemas e os conflitos encontrados devem ser anotados para futura averiguação. SOMMERVILLE e SAWYER, (1997, p.118) apresentam um conjunto de questões e apontamentos, algumas das quais foram utilizadas e adaptadas para esta pesquisa, sendo eles:
 - Combinação de requisitos: O requisito descreve um único requisito ou ele pode ser dividido em diferentes requisitos?

- Requisitos desnecessários: O requisito é mesmo necessário ou ele é uma adição "cosmética" ao sistema, e assim desnecessária?
- Uso de equipamentos incomuns: o usuário demanda pelo uso de equipamento não padronizado (software ou hardware) em algum de seus requisitos?
- Conformidade com os objetivos do sistema: o requisito é consistente com os objetivos definidos inicialmente, na elicitação dos requisitos?
- Ambiguidade dos requisitos: o requisito é ambíguo, ou seja, pode ser interpretado de diferentes formas por diferentes pessoas? Quais são estas diferentes interpretações (nota: ambiguidade pode trazer novas ideias e pontos de vista, mas deve ser eliminada ou analisada para que não seja conflitante com os outros requisitos ou objetivos)?
- Realidade dos requisitos: o requisito é realístico, dadas as tecnologias que serão utilizadas para a implementação do sistema?
- Testabilidade dos requisitos: o requisito é testável ou pode ser testado para comprovar se o sistema atinge os objetivos?
- Planejamento e resolução de conflitos: conflitos, sobreposições e omissões estarão sempre presentes em qualquer conjunto de requisitos (SOMMERVILLE e SAWYER, 1997, p.125). Assim, encontros para a negociação dos requisitos são necessários para resolver problemas. De preferência, como sugerido pelos autores, o responsável pelo encontro não deve ser alguém envolvido com o sistema, o que facilita que todos os envolvidos sejam ouvidos e suas considerações adotadas sem pré-julgamentos. Segundo os autores, tal encontro deve ser conduzido em três estágios:
 - Estágio de informação: explicação da natureza dos problemas associados com um requisito;

- Estágio de discussão: discussão entre os envolvidos para solucionar os problemas;
- Estágio de resolução: ações são adotadas para resolver o problema com o requisito, que podem ser: eliminar o requisito, modificar o requisito ou elicitar novas informações para o requisito.

Para facilitar a visualização das informações a serem documentadas, usou-se diagramas de casos de uso. Os casos de uso descrevem a interação entre um sistema e o usuário deste sistema (ROBERTSON E ROBERTSON, 2012, p.69) e, dessa forma, auxiliam no entendimento daquilo que se deseja. Assim sendo, a criação de casos de uso para os requisitos e as informações elicitadas, que mostram os envolvidos e sua interação com o futuro sistema, possibilitam um entendimento mais aprofundado dos requisitos, e auxiliam na correta documentação dos mesmos.

Tendo as informações analisadas e negociadas dos requisitos e os casos de uso das atividades desempenhadas, foi realizada uma separação dos requisitos, em requisitos funcionais e não-funcionais. Como definem ROBERTSON E ROBERTSON (2012, p.223), requisitos funcionais são aqueles que especificam o que o produto (sistema) deve fazer. Segundo os autores, eles devem, sempre que possível, ser expressos independentemente da tecnologia que será utilizada, enfatizando aquilo que deve ser feito. Os requisitos funcionais devem apresentar uma descrição completa e sem ambiguidades das funcionalidades do sistema (ROBERTSON E ROBERTSON, 2012, p.242).

Já os requisitos não-funcionais representam restrições ao sistema. São requisitos que não estão relacionados diretamente como a funcionalidade, mas sim com as características e as propriedades do sistema, como confiança, tempo de resposta, armazenamento, ambiente de inserção, desenvolvimento, características operacionais, dependências, usabilidade, características externas como regulamentações, legislações e normas, (SOMMERVILLE, 2011, p.88), manutenção, desempenho, estética, segurança. (ROBERTSON E ROBERTSON, 2012, p.249).

Além da separação entre requisitos funcionais e não-funcionais, nesta pesquisa analisou-se quais são os requisitos específicos da geoinformação e como

os mesmos devem ser tratados na documentação dos requisitos para um sistema de geoinformação. Como visto no capítulo 3, existe um conjunto de componentes comuns à maioria dos sistemas de geoinformação. Estes componentes, quando abordados e trabalhados de acordo com as necessidades específicas dos usuários do sistema, tornam o sistema específico para a contexto desejado. Assim, a partir das informações levantadas e definidas na elicitação, análise e negociação dos requisitos, e com base nos componentes da geoinformação descritos por Sluter *et al.* (2014), foram analisados os requisitos da geoinformação, para que fosse definido como estes devem ser documentados.

A escrita formal dos requisitos deve apresentar elementos que possibilitem o entendimento dos mesmos, além de apresentar as possíveis ligações com outros requisitos. Segundo o padrão ISO/IEC/IEEE 29148:2011, que se refere à engenharia de requisitos, requisitos corretamente construídos e descritos contribuem para a sua validação com os envolvidos, garantindo a captura das necessidades dos usuários (ISO/IEC/IEEE, 2011, p.9). Nesta pesquisa, os requisitos estão estruturados da seguinte forma:

- ✓ *Título* - o título referente ao requisito
- Descrição: - texto descritivo do requisito
- Razão: - a razão de se adotar tal requisitos
- Dependências: - a ligação e dependência com outros requisitos

Esta estrutura foi adaptada de ROBERTSON e ROBERTSON (2012, p.353-368), e visa formalizar os requisitos para que possam ser compreendidos por todos os envolvidos no processo, com elementos suficientes para isso.

5.5 DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS

A próxima etapa do processo a ser realizada é a documentação dos requisitos. O documento dos requisitos é uma confirmação daquilo que o desenvolvedor do sistema deve implementar, a partir dos requisitos elicitados.

Para esta pesquisa, utilizou-se o padrão genérico para documentação de requisitos proposto pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.* (IEEE) em conjunto com o *International Organization for Standardization* (ISO) e o

International Electrotechnical Commission (IEC): o ISO/IEC/IEEE Std 29148-2011, que trata da “Engenharia de Sistemas e Software - Processo de ciclo de vida - Engenharia de requisitos”. Este padrão “fornece orientação para a execução dos (...) processos que tratam da engenharia de requisitos” (ISO/IEC/IEE, 2011, p.1). Esta documentação dos requisitos e objetivos do sistema deve ser feita, assim como todo o processo de engenharia de requisitos, em conjunto entre os desenvolvedores e os usuários, evitando desentendimentos que possam ainda surgir.

O padrão da IEEE apresenta um esboço dos elementos essenciais para a documentação dos requisitos de um sistema, descrito na Figura 6 abaixo (ISO/IEC/IEEE, 2011, p.44):

1. Introdução
1.1 Propósito do sistema
1.2 Escopo do sistema
1.3 Visão geral do sistema
1.3.1 Contexto do sistema
1.3.2 Funções do sistema
1.3.3 Características do usuário
1.4 Definições
2. Referencias
3. Requisitos do sistema
3.1 Requisitos funcionais
3.2 Requisitos de usabilidade
3.3 Requisitos de desempenho
3.4 Interface do sistema
3.5 Operações do sistema
3.6 Modos e estados do sistema
3.7 Características físicas
3.8 Condições ambientais
3.9 Segurança do sistema
3.10 Gestão da informação
3.11 Políticas e regulamentos
3.12 Sustentação do ciclo de vida do sistema
3.13 Embalagem, manuseio, expedição e transporte
4. Verificação
(paralelo às subseções da seção 3)
5. Apêndice
5.1 Suposições e dependências
5.2 Acrônimos e abreviações

Figura 6: Esboço do protótipo de documentação dos requisitos de um sistema. (ISO/IEC/IEEE, 2011, p.44). Traduzido pelo autor.

Para que se obtenha uma correta documentação dos requisitos, todas estas informações devem ser apresentadas. A seguir serão definidas cada seção presente no esboço (ISO/IEC/IEEE, 2011, traduzido e adaptado pelo autor).

1. INTRODUÇÃO

1.1 Propósito do sistema: São definidas as razões para as quais o sistema está sendo desenvolvido ou modificado;

1.2 Escopo do sistema: É definido o propósito do sistema considerado, por meio de sua identificação (nome), referindo-se e apresentando os dados iniciais da análise das necessidades do usuário (descrição do problema), além, da especificação de sua aplicação (benefícios, objetivos e metas);

1.3 Visão geral do sistema

1.3.1 Contexto do sistema: São descritos os elementos gerais do sistema, incluindo elementos humanos, e como eles interagem. Inclui diagramas e narrativas a fim de propiciar o contexto do sistema;

1.3.2 Funções do sistema: São descritas as principais capacidades, condições e restrições do sistema;

1.3.3 Características do usuário: Identifica-se cada usuário do sistema (função, local, tipo de dispositivo, grupos, quantidade, natureza do uso do sistema);

1.4 Definições: São disponibilizadas as definições de frases e palavras que tenham algum significado especial além da definição usual do dicionário.

2. REFERÊNCIAS: São incluídas as informações relativas a referências, como:

- a) lista completa de todos os documentos referenciados;
- b) identificação de cada documento por título, data, editora;
- c) especificação da fonte onde as referências podem ser obtidas.

3. REQUISITOS DO SISTEMAS: Esta seção deve conter todos os requisitos do sistema, elicitados previamente, e descritos de forma detalhada o suficiente para possibilitar aos desenvolvedores projetarem um sistema que satisfaça estes requisitos, além de servir de comparação para testes. Todas as informações de entrada e saída devem ser descritas, assim como todas as funções realizadas pelo sistema. Os itens que compõem essa descrição dos requisitos são:

3.1 Requisitos funcionais: São definidas as ações que o sistema deve realizar. Inclui: verificação das entradas, sequência exata de operações, respostas às situações anormais (comunicação, manipulação de erros e recuperação), efeitos separados dos parâmetros, relação das saídas para as entradas (sequência de entrada e saída, formulas de conversão de entradas em saídas);

3.2 Requisitos de usabilidade: É definida a qualidade de uso do sistema. Incluem critérios mensuráveis de eficácia, eficiência e satisfação em contextos específicos de uso;

3.3 Requisitos de desempenho: São definidas as condições críticas de desempenho e suas capacidades associadas, incluindo:

- a) ações ou mudanças dinâmicas que podem ocorrer (por exemplo, taxas, velocidades, movimentos, níveis de ruído,...);
- b) critérios quantitativos da capacidade de resistência de equipamentos para atingir as necessidades dos usuários em determinados ambientes e condições;
- c) requisitos de desempenho para fases e modos de operação;

3.4 Interface do sistema: São especificados os requisitos para interfaces entre elementos do sistema e entidades externas. Deve incluir as interfaces com elementos humanos (elementos do sistema) e interfaces com outros sistemas (entidades externas). Define-se as interdependências e restrições associadas com as interfaces (por exemplo, protocolos de comunicação, dispositivos especiais, padrões, formatos). Cada interface pode representar um fluxo bidimensional de informações. Por motivos de clareza, uma representação gráfica das interfaces pode ser utilizada.

3.5 Operações do sistema:

3.5.1 Requisitos de integração humano-sistema: É especificado qualquer requisito especial ou único, como por exemplo, restrições na alocação de funções para pessoal, e interações entre comunicações e pessoal/equipamento.

3.5.2 Manutenção: São especificados os requisitos quantitativos de manutenção. Exemplos:

- a) Tempo (exemplos: tempo de reação, tempos médio e máximo de inatividade, tempo de resposta, tempos médio e máximo de reparo);
- b) Taxas (exemplo: horas de pessoal de manutenção por ações de manutenção específica, tempo de manutenção por tempo operacional, frequência de manutenção preventiva)
- c) Complexidade de manutenção (exemplos: número de pessoas e nível de competência, equipamento de suporte, remover/trocar/reparar componentes);
- d) Índices de ações de manutenção (exemplos: custo de manutenção por hora de funcionamento, horas de trabalho por vistoria).

3.5.3 Confiabilidade: São especificados os requisitos de confiabilidade do sistema em termos quantitativos, incluindo condições em que devem ser satisfeitos.

3.6 Modos e estados do sistema: São definidos, se possível, os diferentes modos ou estados em que o sistema possa existir.

3.7 Características físicas:

3.7.1 Requisitos físicos: São incluídas as restrições em peso, volume e dimensão. Inclui as características de construção do local em que o sistema vai ser instalado, requisitos de materiais a ser utilizado, e requisitos que abrangem placas de identificação e marcações do sistema, trocas de equipamento e acabamento.

3.7.2 Requisitos de adaptabilidade: São definidos os requisitos para crescimento, expansão, capacidade e contração.

3.8 Condições ambientais: São incluídas as condições ambientais que possam ser enfrentadas pelo sistema: ambiente natural (vento, chuva, temperatura, flora, fauna, fungos, areia, poeira, radiação, etc.), ambiente induzido (movimento, choque, ruído, etc.), ambiente de sinais eletromagnéticos, ambiente auto-induzido (movimento, choque, ruído, etc.), ameaças, ambiente cooperativo. Devem ser considerados também ambientes legais, regulatórios, políticos, econômicos, sociais e de negócios.

3.9 Segurança do sistema: São definidos os requisitos de segurança do sistema, englobando tanto aqueles relacionados com as instalações em que o sistema se encontra, quanto aqueles que dizem respeito à segurança do sistema em si. Exemplos: limitação de acesso, proteção e recuperação de dados, fatores que poderiam proteger o sistema de acessos, usos, modificações, destruições ou divulgação, sejam acidentais ou maliciosos, etc.

3.10 Gestão de informação: São definidos os requisitos do sistema para gestão das informações que ele recebe, produz ou exporta. Inclui os tipos e quantidades de informações que o sistema receberá e armazenará, requisitos de backup e arquivamento, etc.

3.11 Políticas e regulamentos: São detalhadas as políticas relevantes da organização, que podem afetar a operação ou desempenho do sistema, bem como requisitos regulatórios externos, restrições impostas por práticas comerciais. Exemplos: suporte multilíngües, políticas trabalhistas, proteção de informações pessoais, e relatórios a agências reguladoras. Especifica critérios de segurança e de saúde.

3.12 Sustentação do ciclo de vida do sistema: São esboçadas as atividades de qualidade, tais como revisões, coleta de medidas e análises, para ajudar a construir um sistema de qualidade. Ainda inclui fornecimento de instalações necessárias para providenciar suporte operacional e de depósito, suporte, aquisição e fornecimento, provisionamento, documentação técnica e dados, treinamento de pessoal, e suporte logístico.

3.13 Embalagem, manuseio, expedição e transporte: São definidos os requisitos impostos ao sistema assegurando que possa ser embalado, manuseado, expedido e transportado dentro de seu contexto operacional.

4) VERIFICAÇÃO: São fornecidas as abordagens de verificação e métodos planejados para qualificar o sistema ou elementos do sistema.

5) APÊNDICE

5.1 Suposições e dependências: São listadas quaisquer suposições ou dependências aplicáveis aos requisitos do sistema que precisam ser levadas em conta na atribuição e derivação de requisitos do sistema.

O preenchimento deste padrão constitui objetivo fundamental da pesquisa. É neste processo que se busca entender como tratar a geoinformação. O padrão ISO/IEC/IEEE Std 29148-2011 apresenta informações e tópicos genéricos, que atendem as necessidades da maioria dos sistemas. No entanto, entender como tratar a geoinformação nesta etapa de engenharia de requisitos é fundamental para a correta documentação das informações e, posteriormente, construção do sistema.

5.6 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS

A última etapa do processo corresponde à validação dos requisitos, usada para verificar o correto entendimento das informações levantadas, além de garantir que o documento criado seja compreensível, consistente e completo. Existem diferentes formas de validação dos requisitos. Nesta pesquisa, optou-se por uma abordagem descrita em BOURQUE e FAIRLEY (2014, p.11-12): a análise do protótipo do sistema. As diferentes interfaces do sistema foram planejadas e, em conjunto com os usuários, foram analisadas as atividades realizadas, de maneira controlada através de cenários, focando nos objetivos a serem realizados e nas interações dos usuários com o sistema. Assim, os usuários puderam analisar o resultado do levantamento dos requisitos e verificar se estas informações levantadas

atendiam às suas necessidades. Quaisquer diferenças de resultados foram analisadas e corrigidas de maneira a contribuir para a validação dos requisitos.

De acordo com ROBERTSON E ROBERTSON (2012, p.130), os cenários são utilizados como 'enredo' de uma parte do trabalho realizado com o sistema. A tarefa a ser realizada é dividida em um conjunto de etapas e cenas. Estas etapas descrevem os procedimentos para se realizar a tarefa. Assim, a descrição das funções a serem realizadas com o sistema pode ser aprofundada e reavaliada, e as interações dos usuários podem ser analisadas. Os cenários foram descritos utilizando-se o modelo proposto por ROBERTSON E ROBERTSON (2012, p.129-145), com os seguintes elementos:

Nome

Gatilho: o dado ou solicitação de serviço que desencadeia uma resposta;

Pré-condição: condição pré-existente necessária para validar a atividade;

Envolvidos/interessados: pessoas, organizações ou sistemas que possuem interesse na atividade;

Envolvidos ativos: pessoas, organizações ou sistemas que realizam a atividade;

Passos típicos da atividade: os passos necessários para realizar a atividade;

Resultado esperado: a situação desejada no final da atividade

A descrição dos cenários teve por objetivo validar os requisitos e informações levantados e, dessa forma, constituiu um dos resultados principais da pesquisa. Foram utilizados dois cenários de aplicação do sistema, de acordo com o tipo de obra de infraestrutura trabalhada no cálculo da Contribuição de Melhoria. O processo de validação foi executado em reunião com os envolvidos, apresentando-se as informações levantadas e discutindo-se pontos de importância que serão apresentados na sequência deste trabalho. A documentação utilizada como guia para a reunião de validação estará apresentada nos resultados.

6 RESULTADOS

6.1 ELICITAÇÃO E ANÁLISE DOS REQUISITOS

Seguindo a proposta metodológica da pesquisa, a primeira parte constituiu-se na obtenção das informações junto aos usuários e envolvidos com o sistema. O levantamento das informações foi feito em conjunto com os Arquitetos e Urbanistas do LAHURB, Laboratório de Habitação e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná. Estes, por serem profissionais com experiência em Planejamento Urbano e Política Urbana, constituíram o corpo técnico em urbanismo para o levantamento de informações acerca dos usuários e do uso esperado do sistema proposto. Os usuários específicos do sistema, identificados para esta pesquisa, foram os técnicos e os gestores da prefeitura municipal de Campo Grande, responsáveis pelo cálculo da valorização dos terrenos para aplicação da CM. Estes usuários tem a necessidade de conhecer o quanto determinado lote valorizou, em resposta a uma obra de infraestrutura, para assim poderem realizar o cálculo da Contribuição de Melhoria.

Uma análise da literatura em temas relacionados à mais-valia fundiária e Contribuição de Melhoria foi realizada durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa, seguindo indicações de autores e documentos fornecidos pelos usuários do sistema e outros envolvidos no projeto. Autores como SMOLKA (2014), PEREIRA (2013), SILVA e PEREIRA (2015), SANDRONI (2011), entre outros, possibilitaram obter um conhecimento amplo sobre mais-valia fundiária, os instrumentos de recuperação da mais-valia, Contribuição de Melhoria e como é realizado o processo de cálculo e cobrança do tributo no país. Além disso, documentos da legislação brasileira, como a Constituição Federal (BRASIL, 1988) - o Código Tributário Nacional (BRASIL, 1966), a Lei Federal nº10.257 de 2001 - Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), o Decreto-Lei 195 de 1967 (BRASIL, 1967), a Portaria Ministerial nº511, de 2009 (BRASIL, 2009), o Código Tributário Municipal de Campo Grande, Lei 1466 de 1973 (CAMPO GRANDE, 1973), contribuíram para o entendimento de como a mais-valia fundiária e a Contribuição de Melhoria devem

ser entendidas e tratadas no país, o que pode e o que não pode ser feito, e como estão amparadas pela legislação brasileira.

Em paralelo com a análise da literatura, sessões de discussão (*brainstorming*) foram realizadas junto aos usuários e envolvidos com o sistema a ser criado, no intuito de aprofundar o entendimento do processo de recuperação de mais-valia por meio da Contribuição de Melhoria. Foram realizadas nove (09) reuniões, inicialmente tratando da delimitação do problema, dúvidas conceituais, informações de como o processo de cálculo e cobrança da Contribuição de Melhoria é realizado atualmente e outros aspectos importantes ao entendimento deste. Nas últimas reuniões foram tratados assuntos de caráter prático, como o esboço e discussão sobre as possíveis interfaces do sistema, informações que necessitam ser apresentadas ou podem ser omitidas, além dos dados de entrada e saída do sistema e seus formatos. Todos estes elementos permitiram compreender melhor as necessidades dos usuários, sua realidade atual, e o conhecimento que estes profissionais necessitam adquirir com o sistema, bem como algumas restrições que devem ser consideradas no desenvolvimento do mesmo.

Complementando a revisão de literatura e as sessões de discussão, foram apontadas as questões elaboradas por SLUTER *et al.*(2014), tratando mais especificamente da geoinformação na elicitação dos requisitos e necessidades dos usuários para o sistema proposto. Estas perguntas serviram para que se pudesse entender diferentes elementos necessários ao sistema, e sua relação no processo de levantamento das informações. As respostas obtidas destes questionamentos, já enunciados no capítulo 5 da metodologia, estão apresentados a seguir:

1. Atividades do usuário:

- Quais são as responsabilidades dos usuários no "contexto de uso " definido?

Determinar o valor da Contribuição de Melhoria a ser cobrado dos lotes pertencentes à área de influência de determinada obra de infraestrutura urbana.

- Quais são as atividades que os usuários devem realizar para cumprir suas responsabilidades?

Definir a obra; delimitar a área de influência; determinar quais lotes são isentos por lei; determinar valores diversos dos lotes (antes e depois da obra, valorização); determinar o custo da obra e o seu rateio entre todos os lotes na área de influência; definir o valor a ser cobrado; elaborar o edital de notificação; realizar a audiência com os envolvidos; elaborar o edital de lançamento.

- Quais são os conhecimentos técnico-científicos que são o suporte teórico às atividades dos usuários?

Principalmente conhecimentos referentes a urbanismo, à mais-valia fundiária, à Contribuição de Melhoria e sua aplicação, à legislação tributária (federal, estadual e municipal), e à estrutura cadastral do município.

2. O Problema a ser resolvido:

- Qual é o problema a ser resolvido?

Dentre os principais problemas a serem resolvidos com a utilização do sistema estão: determinar o valor da Contribuição de Melhoria a ser cobrada em função de determinada obra de infraestrutura; suprir a falta de conhecimento teórico sobre os instrumentos que possibilitam a recuperação da mais-valia fundiária, mais precisamente a Contribuição de Melhoria; auxiliar na identificação dos principais entraves para a recuperação da mais-valia fundiária; suprir a falta de informação por parte dos gestores ou técnicos sobre a aplicabilidade da Contribuição de Melhoria; suprir a falta de compreensão da base teórica e das questões operacionais básicas envolvidas na implementação de políticas e instrumentos de recuperação de mais-valia fundiária.

- Qual é o conhecimento geográfico necessário para a solução do problema?

Para a solução do problema, são necessários conhecimentos geográficos referentes à área na qual será aplicada a Contribuição de Melhoria, tais como a localização da obra de infraestrutura e seus arredores (sistema viário,

divisões municipais de bairros e zoneamento, hidrografia); a distribuição dos lotes e suas dimensões (área, testada, perímetro); a localização dos equipamentos urbanos.

3. Restrições da solução de geoinformação:

- Quais condições dos dados geográficos são necessárias para a solução do problema?

Os dados geográficos precisam estar todos atualizados, refletindo desse modo a realidade municipal no momento da cobrança da Contribuição de Melhoria. Além disso, os dados devem estar todos referenciados a um único sistema de coordenadas oficial do município, a saber UTM Sirgas2000, fuso 21 Sul.

- Quais são as restrições dos dados geográficos e do sistema de geoinformação que são exigidas pelas condições definidas na questão anterior?

A desatualização dos dados pode produzir erros e equívocos na distribuição dos valores a serem cobrados. Sendo assim, os dados utilizados devem ser considerados oficiais, dessa forma, disponibilizados pela prefeitura.

Com relação ao sistema de coordenadas, as restrições se referem à necessidade de manutenção do mesmo sistema, para todos os dados utilizados e gerados. Sendo a área de estudo um município específico (Campo Grande - MS), não há necessidade de mudanças no sistema de coordenadas. Assim, nesse caso, a definição do sistema de coordenadas pode ser fixa, sem necessidade de alteração por parte do usuário.

4. Objetivos do sistema de geoinformação:

- Com base nos objetivos das atividades dos usuários, no problema a ser resolvido e nas condições e restrições da solução, quais são os objetivos do sistema de geoinformação?

O sistema tem como objetivo realizar o cálculo do valor a ser cobrado de Contribuição de Melhoria dos imóveis situados na área de influência de determinada obra de infraestrutura. Além disso, deve permitir a criação dos

editais de notificação (a ser apresentado em audiência pública aos proprietários dos imóveis atingidos) e de lançamento (a partir do qual será feita a cobrança devida).

5. Identificação dos envolvidos e dos usuários:

- Quem são os envolvidos no domínio da aplicação?

Nesta aplicação, os envolvidos diretamente com o sistema são os técnicos da prefeitura municipal de Campo Grande - MS, os pesquisadores do LAHURB - Laboratório de Habitação e Urbanismo da UFPR, os pesquisadores do LABCARTO - Laboratório de Cartografia da UFPR. Indiretamente, o domínio da aplicação ainda atinge o Poder Público municipal de Campo Grande (responsável pelas políticas públicas) e a população em geral (contribuinte).

- Quais características dos envolvidos devem ser consideradas no projeto do sistema de geoinformação?

Devem ser consideradas a formação e experiência profissional dos envolvidos, os conhecimentos teóricos e práticos tanto em urbanismo e políticas públicas, como em geoinformação.

- Entre os envolvidos, quem são os usuários do sistema?

Os usuários do sistema são os técnicos da prefeitura de Campo Grande, inseridos em diferentes setores da administração pública municipal.

- Quais são as responsabilidades e as tarefas do usuário neste contexto da aplicação?

Criar uma planilha com as informações referentes aos lotes beneficiados pela cobrança da Contribuição de Melhoria e os custos e valores envolvidos para cada lote. Esta planilha será utilizada para criação do edital de notificação e, com isso, realização da cobrança do tributo.

6. Priorização dos objetivos e filtragem do conhecimento do domínio da aplicação:

- Qual conhecimento geográfico o usuário necessita construir?

O usuário precisa determinar:

- a) a localização da obra trabalhada;
- b) quais lotes são beneficiados pela obra trabalhada;
- c) quais as dimensões dos lotes beneficiados;
- d) qual a distância destes lotes à obra, nos casos de obras de influência radial, pois esta distância determina diferença do valor cobrado.

6.1.1 Cálculo da Contribuição de Melhoria

Com estas informações levantadas, foi possível determinar o problema e os objetivos dos usuários, bem como suas necessidades para com o sistema. Este panorama está descrito a seguir, pois serviu de base para o entendimento das atividades que o usuário deve ser capaz de realizar com o sistema. A Figura 7 mostra, de maneira esquemática, o processo de cálculo da Contribuição de Melhoria.

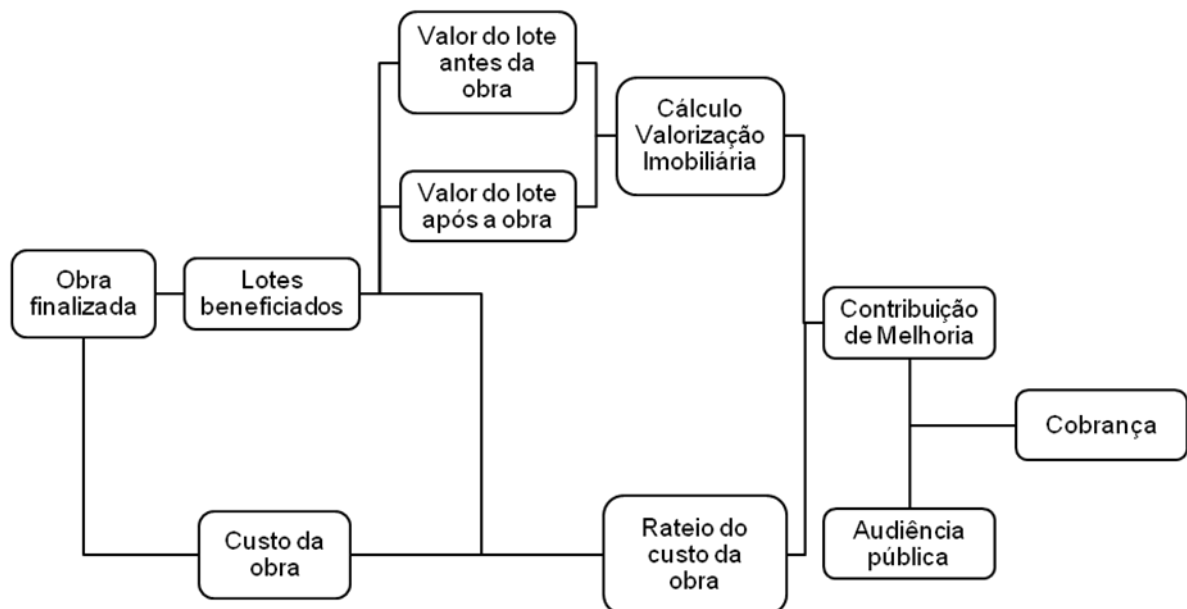


Figura 7: Processo esquemático de cálculo da contribuição de melhoria.
(Fonte: o Autor)

Como já apresentado anteriormente, existem três entendimentos distintos para a base de cálculo do valor da CM no Brasil: limite geral, limite individual, e limite geral e limite individual. Estes limites são importantes, pois definem o valor máximo a ser cobrado. De acordo com as informações levantadas, a relação entre os limites

geral e individual deve ser considerada na cobrança da CM, considerando-se o menor valor entre o Rateio do Custo da Obra (RCO) e o Cálculo da Valorização Imobiliária (CVI). Assim, o objetivo principal dos usuários do sistema é determinar este valor para a CM.

A CM incide de forma diferente para cada tipo de obra de infraestrutura realizada, de acordo com a área de influência desta obra. São considerados dois tipos de obras: obras de influência linear e obras de influência radial. Obras de influência linear são aquelas que se apresentam de maneira longitudinal e contínua, como a pavimentação e abertura de vias. Neste tipo de obra, os lotes beneficiados são aqueles que possuem testada para a mesma. Por exemplo, em obras de pavimentação de vias, apenas os lotes longitudinais à obra, que possuem testada para a mesma, são considerados como beneficiados pela obra. Já as obras de influência radial são aquelas que podem ser representadas por uma localização pontual ou por uma área definida, como o projeto construção de praças e parques, pontes, túneis, trincheiras, passarelas e sistemas subterrâneos de transporte. Neste tipo de obra, os lotes beneficiados encontram-se nas áreas de influência da obra, área essa definida por raios que variam de acordo com a obra.

Com a definição dos lotes beneficiados, devem ser identificados aqueles que podem ser considerados isentos por lei: imóveis de propriedade do Poder Público; imóveis pertencentes a templos de qualquer culto e a residências pastorais de propriedade das igrejas; imóveis integrantes do patrimônio dos partidos políticos; imóveis de propriedade de instituições de educação e de assistência social; contribuintes proprietários de um único imóvel, rural ou urbano, que residam no mesmo e que não apresentem capacidade financeira para o pagamento do tributo (PEREIRA *et al.*, 2014, p.6).

A definição da área de influência permite que se calcule a valorização dos lotes beneficiados. O cálculo da valorização dos imóveis, CVI, é definido pela diferença entre os valores dos lotes beneficiados antes e depois da obra, e constitui o limite individual do cálculo da CM. Estes valores dos lotes são determinados pelo Poder Público, a partir das características do imóvel (área, testada) e da Planta Genérica de Valores Imobiliários (PGVI), que estabelece o valor por metro quadrado nas diferentes regiões do município.

O Rateio do Custo da Obra, RCO, consiste na divisão do valor da obra entre todos os lotes beneficiados. Esta divisão é feita proporcionalmente de acordo com as características do lote (área, testada), e com a proximidade dos lotes à obra. O custo (total ou parcial) da obra, determinado no processo de execução da mesma, representa o limite geral do cálculo da CM. No cálculo do RCO são incluídos os lotes considerados isentos. Isso porque os lotes pagantes (não isentos) não devem arcar com os custos dos isentos. Dessa forma, o custo da obra é dividido entre todos; e havendo lotes isentos, o total arrecadado será menor do que o definido.

O valor a ser cobrado de CM deve ser o menor entre o CVI e o RCO. O raciocínio por trás dessa escolha pode ser explicado da seguinte forma:

- O total arrecadado não pode ser maior do que o custo da obra. No caso do CVI ser maior que o RCO, a soma de todas as contribuições seria maior do que o custo - total ou parcial - da obra. Neste caso, o valor da CM a ser cobrado deverá obedecer ao RCO;
- O valor cobrado do proprietário não pode ser maior do que a valorização de seu imóvel. No caso do RCO ser maior que o CVI, a contribuição do proprietário seria maior do que a sua valorização. Neste caso, o valor a ser cobrado deve obedecer ao CVI.

Uma vez que o valor a ser cobrado de CM foi definido, a próxima etapa do processo consiste em apresentar as informações obtidas e calculadas à comunidade, em audiência pública. Nesta audiência, além da apresentação dos lotes beneficiados e dos valores calculados, devem ser identificados aqueles proprietários que não possuem condições financeiras para arcar com os custos da Contribuição de Melhoria. Estes proprietários são considerados isentos, junto com os isentos por lei. Após a identificação dos isentos por questões financeiras, o edital de lançamento é elaborado e, dessa forma, a cobrança pode ser iniciada.

No desenvolvimento desta pesquisa, definiu-se que a delimitação da área de influência, bem como os cálculos de CVI e RCO, não seriam realizados pelo usuário do sistema. Estas informações foram consideradas como realizações do Poder Público, que as repassaria ao usuário para inserção no sistema.

A definição do problema e dos objetivos dos usuários possibilitou determinar as atividades a serem realizadas por eles ao utilizar o sistema proposto.

6.1.2 Atividades dos usuários

Como mencionado anteriormente, o sistema aqui proposto visa auxiliar técnicos e gestores públicos na determinação e no cálculo da Contribuição de Melhoria. Em função disso, e em conjunto com o intuito científico da pesquisa, optou-se, em comum acordo com os envolvidos, por uma abordagem de software livre e de código aberto para o desenvolvimento do sistema. Esta decisão é importante, pois norteia o planejamento das funcionalidades do sistema e possibilita moldar as atividades do usuário em função desta escolha. Além disso, permite analisar soluções existentes e planejar os componentes do sistema.

Com este requisito de utilização de ferramentas de software livre e código aberto, foi realizada uma análise dos softwares existentes, que poderiam ser utilizados, ou pelo menos estudados, para o planejamento do sistema. Sendo assim, buscou-se na comunidade desenvolvedora de geosoluções, informações sobre softwares que pudessem auxiliar na pesquisa e no desenvolvimento do projeto do sistema. Dessa forma, chegou-se à *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo - <http://www.osgeo.com/>) uma organização sem fins lucrativos que tem por objetivo promover o desenvolvimento colaborativo de softwares geoespaciais de código aberto e gratuitos, e garantir seu uso pela comunidade (OSGEO).

A OSGeo apóia projetos de soluções geoespaciais em diferentes áreas, dentre as quais *Web Mapping*, aplicativos *desktop*, bibliotecas geoespaciais, e catálogos de metadados. Dentre os diferentes aplicativos *desktop* desenvolvidos pela OSGeo, optou-se pelo QGIS, um sistema de informação geográfica de código aberto que vem sendo desenvolvido a mais de 10 anos (QGIS). Por ser um software para SIG, possui as funções de análise e operações espaciais, comuns a outros sistemas de informação geográfica. Além disso, suporta diferentes formatos de dados, tanto matriciais quanto vetoriais. No entanto, o que contribuiu para a escolha do QGIS como ferramenta de geoinformação foi a possibilidade de desenvolvimento e modificação do código fonte do sistema, o que permite criar aplicativos

personalizados utilizando as funcionalidades de operações e análises geoespaciais do QGIS.

No entanto, apesar desta possibilidade de personalização do QGIS, algumas ferramentas e botões básicos foram considerados necessários para a correta utilização do mesmo. A Figura 8 apresenta estas ferramentas, que foram descritas na sequência:

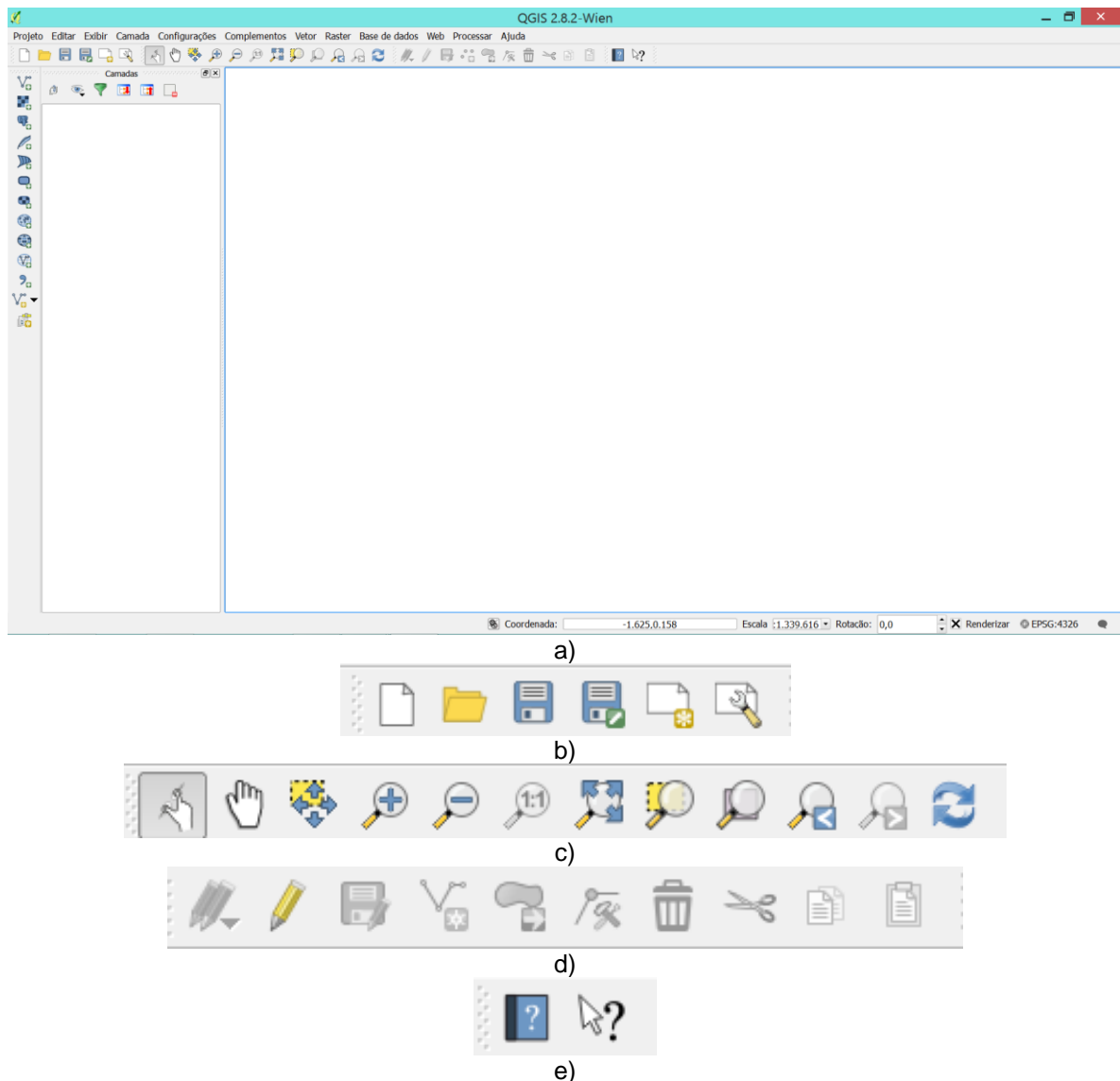


Figura 8: Interface básica proposta, com funções fundamentais.

(a), utilizando o software de SIG QGIS, com as ferramentas consideradas necessárias ao desenvolvimento das atividades: b) ferramentas de arquivo ,c) ferramentas de navegação ,d) ferramentas de digitalização e edição ,e) ferramentas de ajuda.

- Ferramentas de arquivo (Figura 8b)

Responsáveis pelas funções de criar projeto, abrir projeto, salvar projeto, salvar projeto como, novo compositor de impressão e gerenciador do compositor.

- Ferramentas para navegar no mapa (Figura 8c)

Responsáveis pelas diferentes funcionalidades de navegação pelo mapa, como as diferentes possibilidades de *zoom* (mais, menos, por seleção, ver tudo, aproximar à camada), *pan*, mover mapa para seleção e atualizar.

- Ferramentas de digitalização (Figura 8d)

Responsáveis pelo processo de digitalização e edição de feições (adicionar feição, mover feição, salvar feição, excluir feição, recortar feição, alternar edição, edições atuais).

- Ferramentas de ajuda (Figura 8e)

Responsáveis pelas funcionalidades de auxílio disponibilizadas pelo QGIS.

Além destas ferramentas básicas, algumas ferramentas específicas para o cálculo da Contribuição de Melhoria foram propostas, adicionando-as às funcionalidades previstas no sistema.

Vale ressaltar que definições como esta, do sistema de SIG utilizado, devem ser feitas, como todo o processo, em conjunto com os usuários e a partir de suas necessidades para o sistema. No caso de a prefeitura municipal já estar utilizando alguma outra ferramenta de SIG ou de gerenciamento de banco de dados, esta informação deve ser considerada nas etapas de engenharia de requisitos, para que o sistema planejado seja utilizado de maneira efetiva.

As classes de informações cartográficas consideradas no processo de determinação da Contribuição de Melhoria foram:

- Arruamento;
- Cursos d'Água;
- Imóveis/lotes;
- Quadras;
- Áreas verdes;
- Divisa de Bairros;
- Logradouro;
- Perímetro Urbano.

A Figura 9 abaixo apresenta, de forma esquemática, as classes utilizadas e seus relacionamentos. A mesma figura está inserida no **Apêndice 2**, em formato A3:

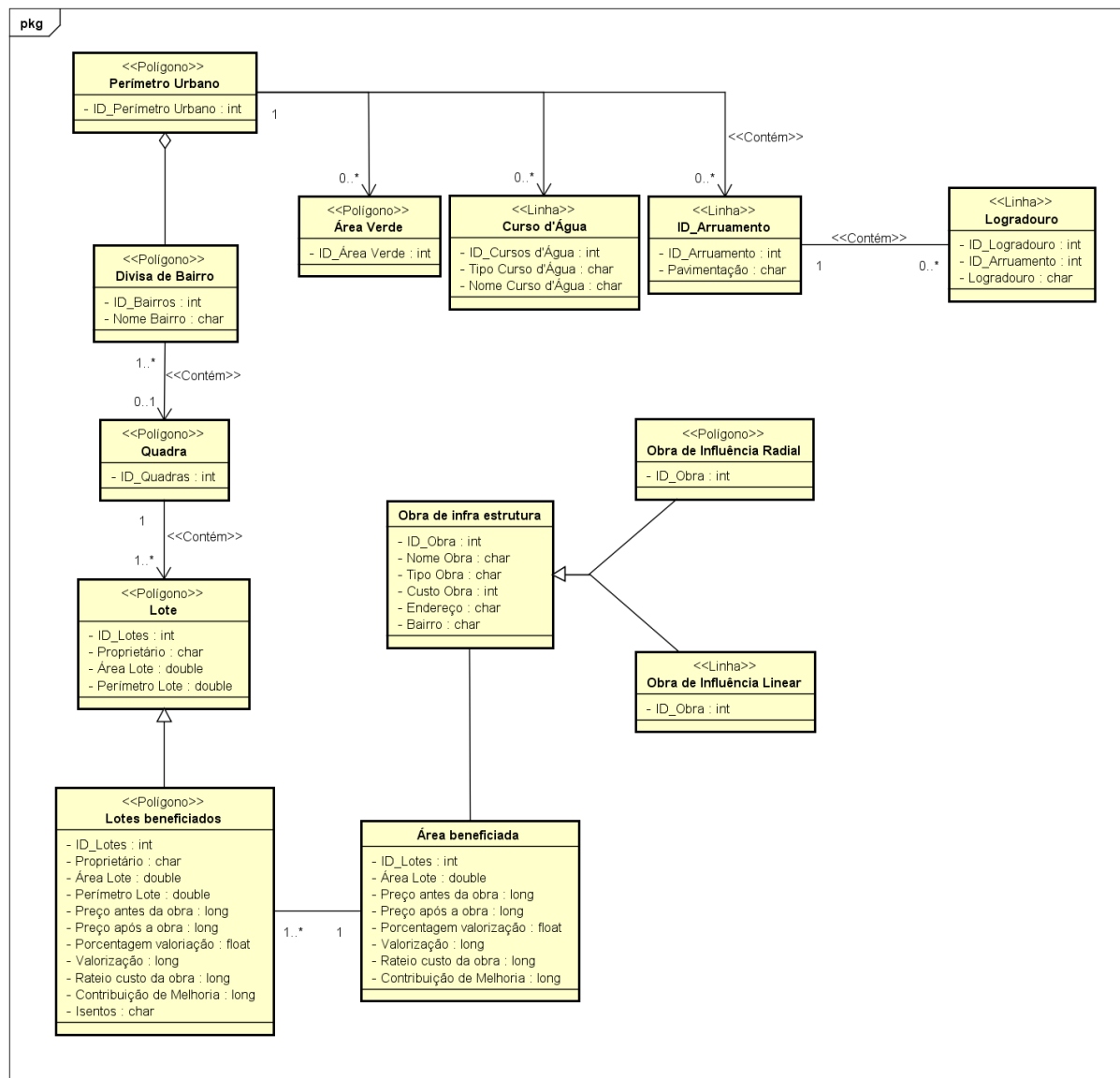


Figura 9: Diagrama de classes
(Fonte: o autor)

Conforme apresentado no diagrama, a classe de Perímetro Urbano está diretamente relacionada com as classes de Área Verde, Cursos d'Água e Arruamento. Além disso, a classe de Divisa de Bairros apresenta uma relação de agregação espacial ("parte-todo") com a classe Perímetro Urbano. Esta divisa de bairros contém a divisão de quadras do município que, por sua vez, contém a divisão dos lotes. A classe de Lotes Beneficiados representa uma generalização da classe lotes, a partir da associação com a classe não espacial de Área Beneficiada. Esta é referente à classe Obra de Infraestrutura, que por sua vez pode ser

generalizada dependendo do tipo de obra de infraestrutura: obras de influência linear ou obra de influência radial

Estas classes são disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR) da prefeitura de Campo Grande, Mato grosso do Sul em seu sítio internet. É importante salientar que a feição dos imóveis/lotos disponibilizada pela SEMADUR não corresponde à feição cadastral das parcelas, e foi considerada nesta pesquisa de maneira a ilustrar a divisão cadastral dos lotes. Por conter informações particulares sobre os proprietários dos lotes, a camada cadastral não pode ser disponibilizada para o público. No entanto, é do entendimento tanto dos envolvidos com o projeto do sistema, como dos envolvidos com esta pesquisa que com o sistema proposto, o usuário deve ter acesso às feições cadastrais do município, para que possa ser feita a ligação entre os cálculos da Contribuição de Melhoria e as informações oficiais de cada proprietário. O identificador cadastral dos lotes é, assim, de fundamental importância para a correta associação entre o proprietário e o valor a ser cobrado.

A classe Obra de Infraestrutura, seja de influência linear ou influência radial, é editada no decorrer do processo de cálculo da contribuição de melhoria. A classe Área Beneficiada, representa informações não espaciais que são inseridas no sistema e que, em conjunto com a classe dos Lotes, produz a classe de Lotes Beneficiados, também a ser inserida no sistema.

Os dados disponibilizados pela SEMADUR foram atualizados em 2013, a partir de levantamento fotogramétrico realizado no mesmo ano. A digitalização das informações foi finalizada em dezembro de 2013. Apesar de recentes, as informações disponibilizadas estão desatualizadas em aproximadamente três anos, o que é significativo, levando-se em conta as mudanças que podem ocorrer no ambiente urbano, tais como alterações no sistema viário, mudanças de proprietários dos lotes e imóveis, entre outras.

No caso do município de Campo Grande, segundo informações coletadas, o sistema de coordenadas utilizado para o levantamento dos dados disponibilizados pela SEMADUR é o UTM SIRGAS2000 Fuso 21. Dado que o sistema de coordenadas UTM é dividido em 60 fusos de 6 graus cada, e devido às dimensões

do Brasil, é preciso indicar o fuso em que se encontram os dados, evitando equívocos.

De acordo com as informações levantadas, e em discussão conjunta com os especialistas, as atividades que os usuários do sistema precisam realizar foram divididas em quatro etapas: a) criar projeto e inserir obra; b) inserir área de influência da obra; c) emitir edital de divulgação; e d) consolidar planilha. Estas quatro atividades seguem o processo de cálculo descrito anteriormente nesse documento da dissertação.

a) Criar projeto e inserir obra

Nesta primeira etapa, a atividade do usuário consiste em criar o projeto para a obra que se deseja trabalhar, além de inserir a obra no sistema. A criação do projeto e, assim, o início do processo, tem como pré-requisito a finalização da obra; isso porque a CM só é cobrada sobre as obras finalizadas. Dessa forma, quando o poder público solicita o cálculo da CM para determinada obra, entende-se que a mesma já foi finalizada. Com a criação do projeto, todas as informações geradas referentes a esta obra serão salvas e armazenadas em um mesmo diretório, agrupadas para facilitar o acesso e evitar possível perda de dados. Já o processo de inserção da obra tem por finalidade criar uma representação da obra, georreferenciado-a e inserindo-a no sistema.

A Figura 10 apresenta esta atividade na forma de casos de uso. Este caso de uso envolve as seguintes atividades: criação do projeto, visualização do mapa do município e inserção da obra no sistema.

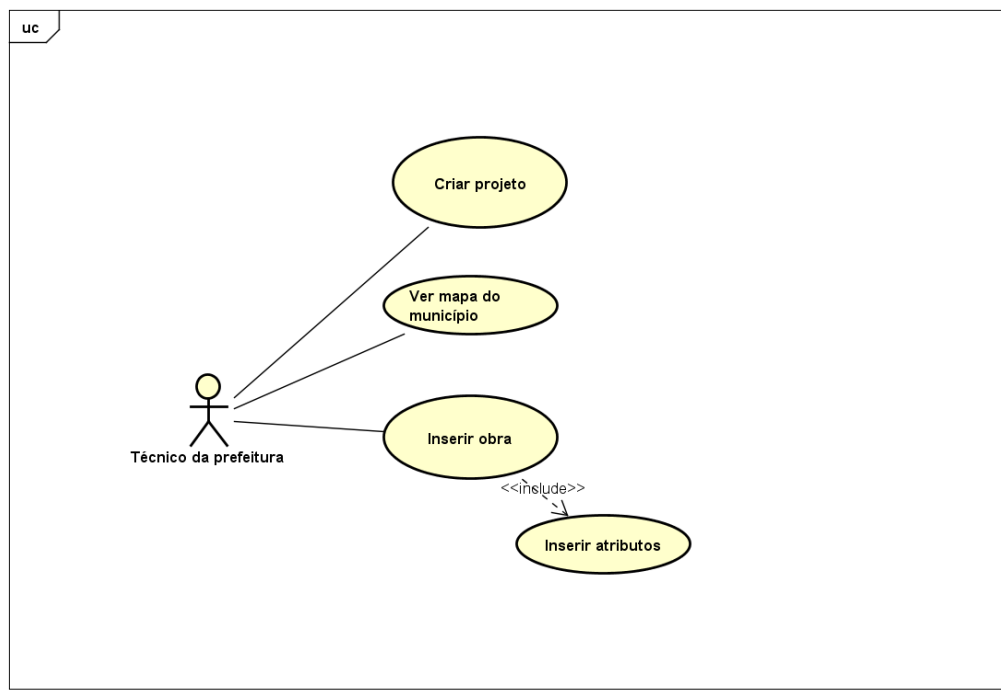


Figura 10: Criação do projeto e inserção da obra.
(Fonte: o autor).

De acordo com os envolvidos, as primeiras informações visualizadas pelo usuário ao acessar o sistema têm como objetivo apresentar o município e, mais especificamente, a zona urbana. Assim, as feições necessárias a serem visualizadas neste primeiro contato devem ser: o limite do perímetro urbano, os bairros com seus nomes, a hidrografia e as informações de áreas verdes. A Figura 11 apresenta a interface inicial com as informações acima listadas.

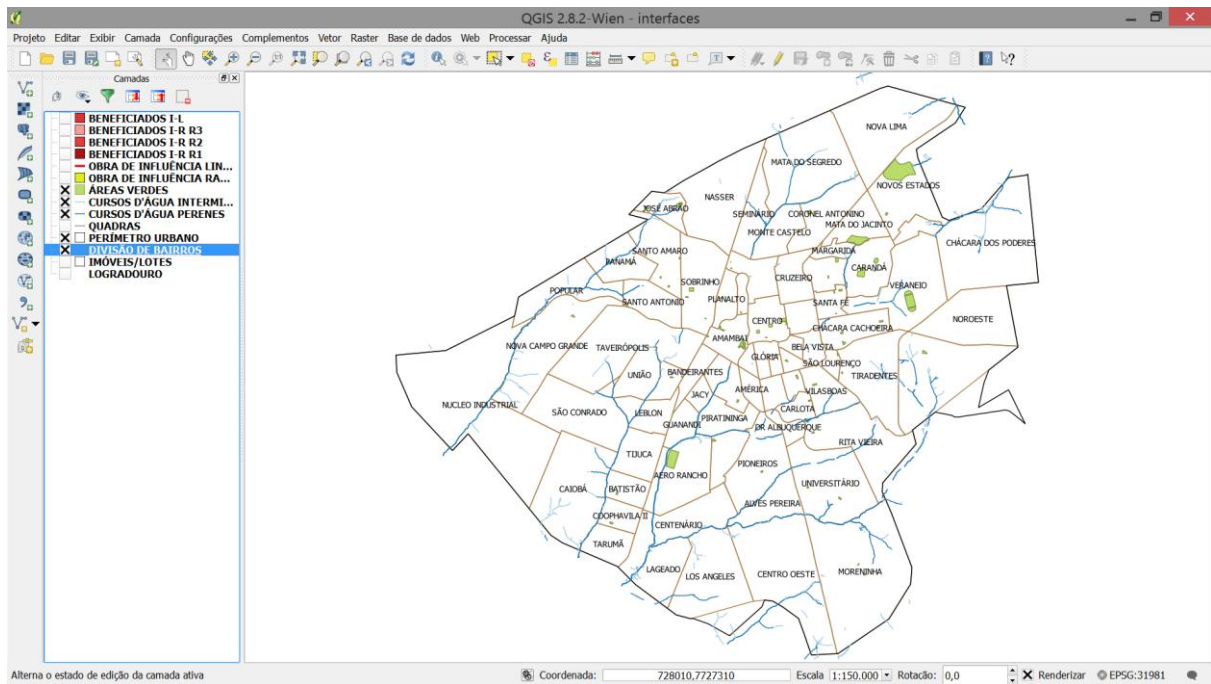


Figura 11: Interface inicial do sistema.
(Fonte: o autor)

A definição da escala para esta visualização inicial levou em consideração o tamanho da tela utilizada, as dimensões da janela de visualização do mapa no QGIS e as dimensões do perímetro urbano municipal. Adotou-se como dispositivo de exibição uma tela de, 14 polegadas, com dimensões de **31cm X 17,5cm (widescreen)**. As dimensões da janela de visualização do mapa para este tamanho de tela foram de **24,8cm (horizontal) X 15,1cm (vertical)**. Considerando que o perímetro urbano de Campo Grande possui dimensões de aproximadamente **27km (Leste-Oeste) X 24km (Norte-Sul)**, a menor dimensão da janela de visualização do mapa deve conter aproximadamente o limite do perímetro urbano neste sentido. Assim, fazendo a relação da escala entre o tamanho da janela de visualização do mapa no sentido vertical e a dimensão do perímetro urbano no sentido Norte-Sul, temos:

$$E = \frac{d}{D}$$

onde:

E: escala;

d: comprimento na representação, no caso o limite da janela de visualização do mapa;

D: comprimento real no terreno, no caso comprimento Norte-Sul do perímetro urbano.

Assim, temos:

$$E = \frac{0,151m}{24.000m} = \frac{1}{158.940,40}$$

Adotando uma escala mais comumente utilizada em cartografia, temos a definição da **escala 1:150.000**. Esta foi considerada a menor escala necessária utilizada no processo de cobrança da Contribuição de Melhoria, e utilizada para a visualização inicial da área urbana no sistema..

Seguindo o caso de uso desta atividade inicial (Figura 10), a próxima etapa é a criação do projeto, que consiste em inserir no sistema as informações iniciais sobre a obra para a qual se deseja realizar o cálculo da CM, sendo que estas informações serão associadas com as próximas etapas do processo. Esta inserção deve ser feita por uma função criada especificamente para isso, chamada **Criar Projeto**. A Figura 12 apresenta a interface para criação de um projeto. De acordo com as necessidades dos usuários, as informações a serem inseridas são:

- o nome da obra;
- o tipo da obra: definido em função dos tipos que podem ser cobrados pela prefeitura, a saber:
 - abertura, alargamento e pavimentação de vias;
 - construção de praças e parques;
 - construção de pontes, viadutos, trincheiras, passarelas e túneis; e
 - sistemas subterrâneos de transportes.;
- o custo da obra; e
- a localização da obra, que pode ser por bairro e/ou por endereço.

Figura 12: Interface de criação do projeto.
(Fonte: o autor)

É importante ressaltar que a localização inserida, seja por bairro ou por endereço, afeta as visualizações e as interações com o sistema na inserção da obra. A definição da localização considerada *default* é a por bairros. Para inserir o endereço da obra é preciso que o usuário selecione esta opção de localização.

Assim, a próxima etapa desta atividade consiste em inserir a obra no sistema. Como dito, para esta inserção existem duas possibilidades de interação, em função da localização da obra definida anteriormente. No caso de apenas o bairro ter sido informado, assume-se que o usuário do sistema desconhece o endereço da obra, e com isso precisa localizar a obra de maneira manual, a partir de um conjunto de aproximações em escalas intermediárias, até alcançar a escala de inserção e a localização correta da obra. No caso de o endereço ter sido informado, o sistema apresenta a escala maior de inserção da obra. As duas formas de inserção da obra foram discutidas e levantadas junto aos usuários e estão descritas a seguir.

Inserção da obra pelo bairro

A inserção da obra pelo bairro leva em conta a necessidade de o usuário achar a localização da obra, já que ele não possui o endereço da mesma. Para isso, foram definidas três escalas de visualização: 1:50.000, para a visualização dos bairros; 1:10.000, para uma aproximação intermediária; e 1:1.000, como escala maior para inserção da obra.

Então, após a criação do projeto, se apenas o bairro foi definido, o sistema apresenta ao usuário uma visualização centrada no bairro em que se encontra a obra, inserido na interface de criação do projeto (Figura 13).

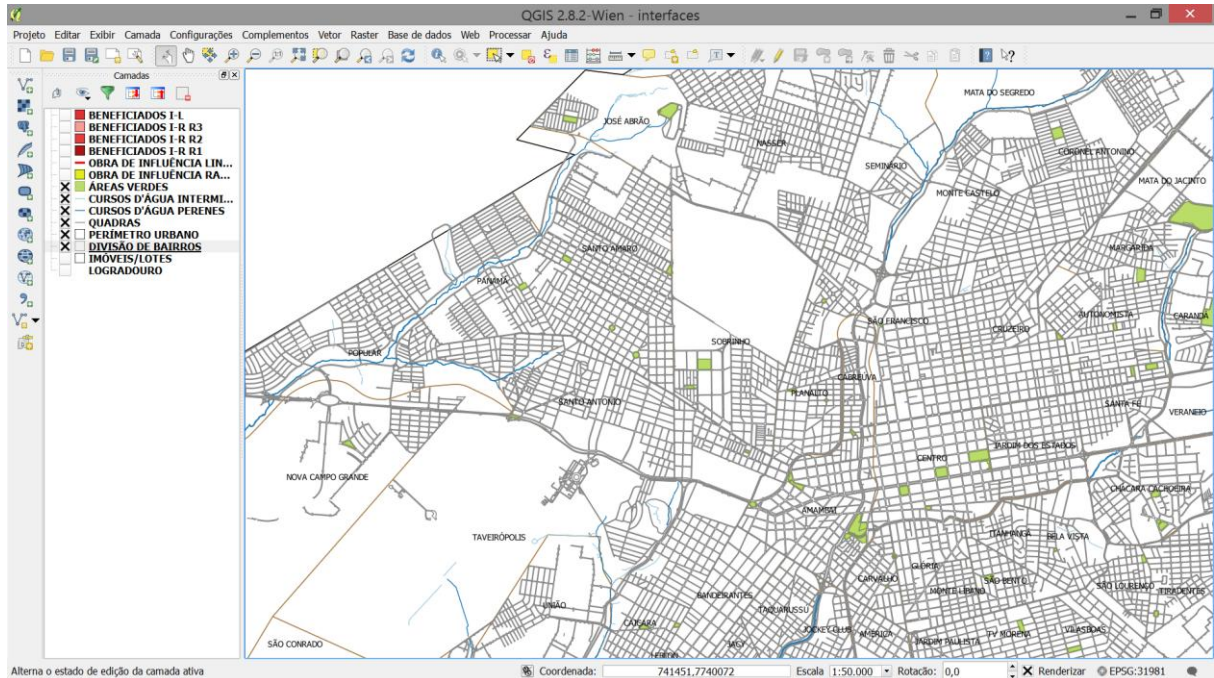


Figura 13: Localização pelo bairro em escala 1:50.000.
(Fonte: o autor)

A escala para esta visualização foi definida pelas dimensões dos bairros. Foi considerado o maior bairro, a saber Núcleo Industrial, com dimensões de **7km (Leste-Oeste) X 8km (Norte-Sul)**. Assim, a partir da menor dimensão da janela de visualização do mapa obteve-se:

$$E = \frac{d}{D} = \frac{0,151m}{8.000m} = \frac{1}{52.980,13}$$

Utilizando as escalas comumente usadas em cartografia, pudemos definir uma escala de **1:50.000**, sem perda significativa de informação. Assim, qualquer bairro selecionado pode ser representado em toda sua extensão. Como o intuito desta escala de visualização é fornecer uma localização do bairro em que a obra se encontra, as informações necessárias a serem visualizadas nesta escala são: o limite do perímetro urbano, os bairros (com nome), as quadras, a hidrografia e as áreas verdes.

Na sequência, o usuário precisa aproximar a visualização da obra dentro do bairro numa escala intermediária, que facilite na localização correta desta obra. A Figura 14 apresenta esta aproximação intermediária.

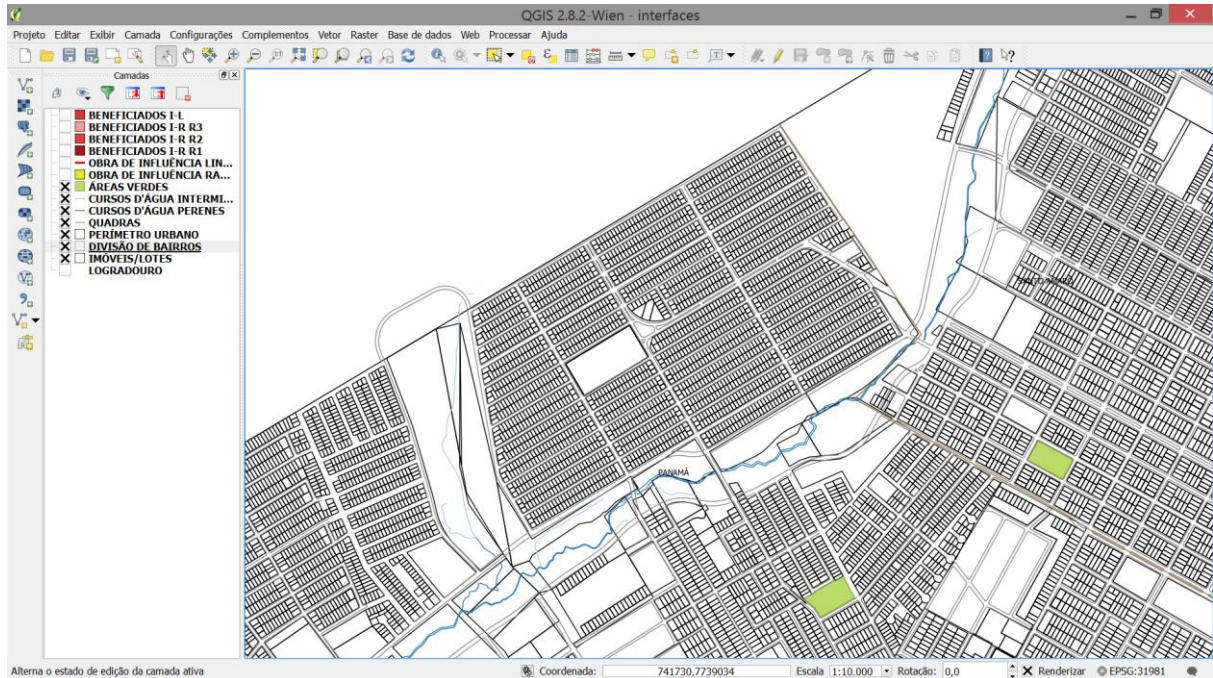


Figura 14: Localização pelo bairro em escala 1:10.000.
(Fonte: o autor)

A escala definida para esta localização intermediária foi de **1:10.000**, pois possibilita uma localização aproximada da área desejada. Nesta visualização, as informações cartográficas necessárias foram definidas como sendo: as quadras, o limite do perímetro urbano, os lotes, a hidrografia e as áreas verdes.

A última escala definida para inserção da obra foi de **1:1.000**. Esta escala foi escolhida em função da necessidade de o usuário ver as vias com seus respectivos nomes. Observou-se que a menor largura de via do município é de **6 metros**. Além disso, estabeleceu-se que, para uma visualização clara, o tamanho da fonte dos logradouros deveria ter **2 milímetros**, localizado no centro da via e distante **2 milímetros** das margens da via. Assim, obteve-se a escala para inserção da obra:

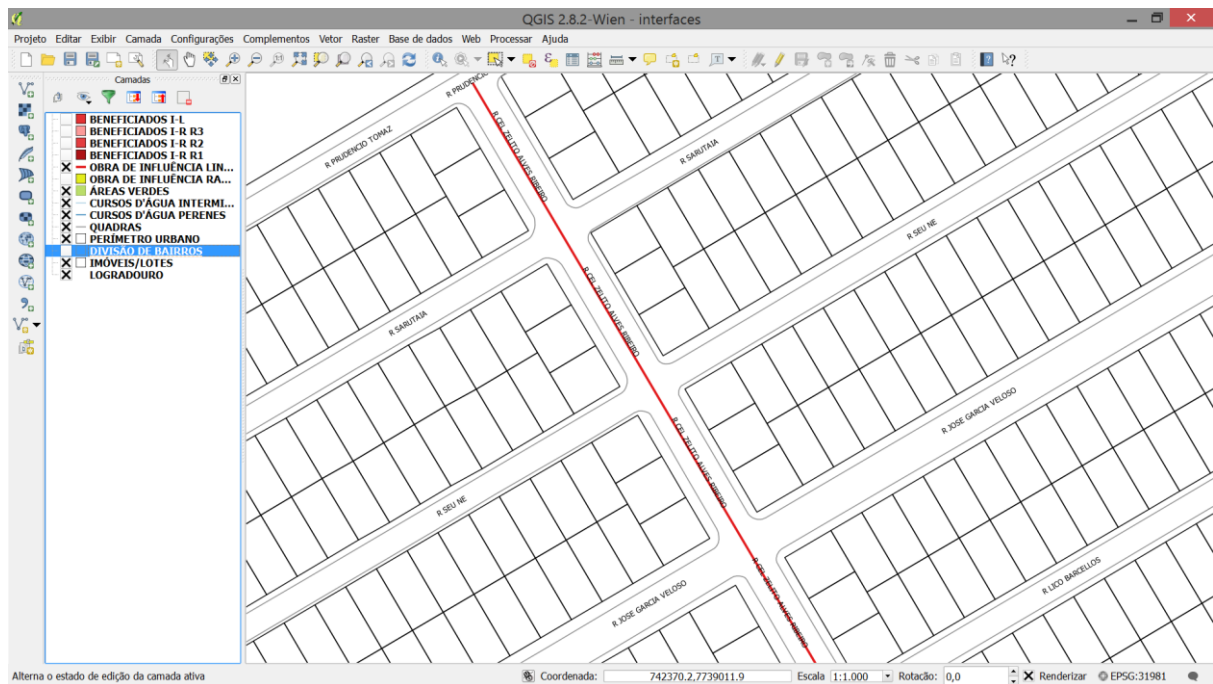
$$E = \frac{d}{D} = \frac{0,006m}{6m} = \frac{1}{1.000}$$

Dessa forma, a maior escala a ser adotada para o sistema, foi **1:1.000** (Figura 15). Nesta escala as informações cartográficas necessárias ao usuário são: as vias (com nome), as quadras, os lotes, a hidrografia e as áreas verdes. Com isso, a obra

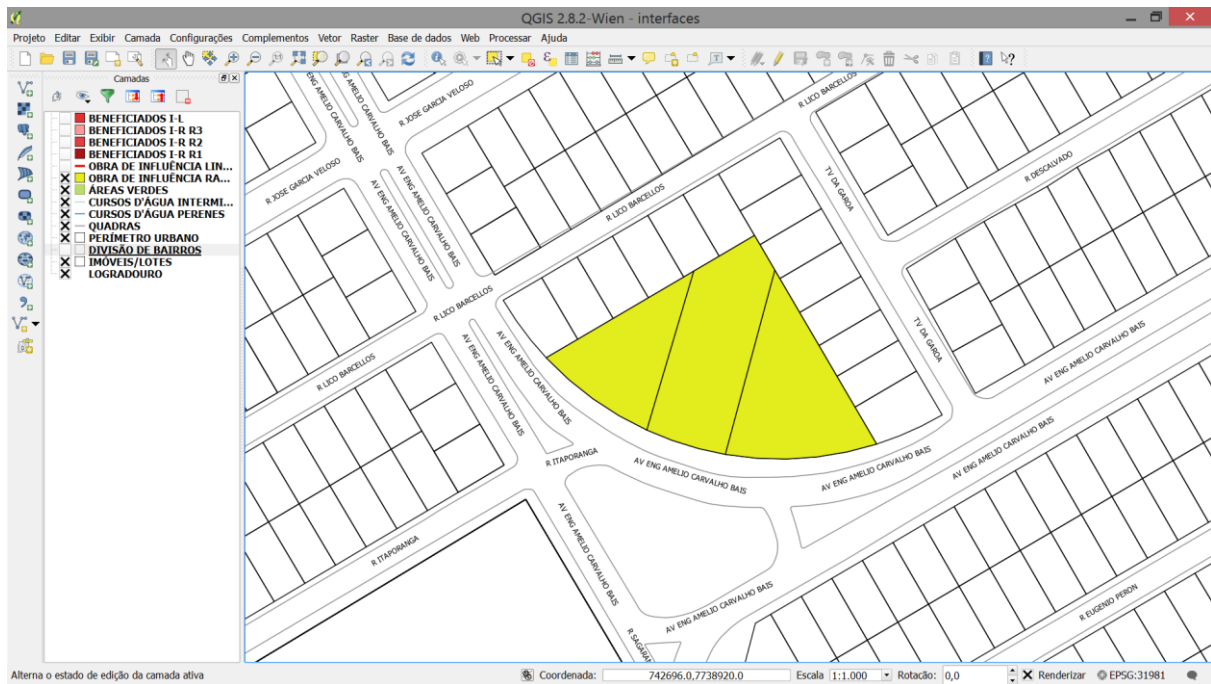
Sendo assim, as obras de abertura, alargamento e pavimentação de vias, por exemplo, que são obras de influência linear, serão editadas por elementos do tipo linha. Já as obras de construção de parques e praças, por exemplo, serão editadas por feições do tipo área.

Como já mencionado, a inserção da obra é feita através da função **Inserir Obra**, na **escala 1:1.000**, sendo possível o afastamento e aproximação nas **escalas 1:10.000 e 1:50.000** para melhor localização da região da obra. As Figuras 16 (a) e (b) apresentam dois exemplos de obras inseridas no sistema, na escala 1:1.000.

A obra inserida deve possuir os atributos definidos na criação do projeto, ou seja, nome, tipo e custo. Estas informações são específicas de cada obra e, portanto devem ser associadas à mesma. Assim que a obra for inserida, o usuário deve salvar a edição realizada, finalizando esta atividade.



a)



b)

Figura 16: Exemplos de obras inseridas
a) influência linear b) influência radial (Fonte: o autor)

b) Inserir lotes beneficiados

A segunda etapa consiste em inserir a área de influência da obra no sistema. A execução desta etapa depende da etapa anterior de criação do projeto e inserção da obra no sistema. Nesta etapa, o usuário recebe do Poder Público municipal a informação de quais lotes foram beneficiados, bem como informações sobre os valores respectivos de cada um destes lotes. Estas informações são textuais, resultados de cálculos realizados por setores responsáveis da prefeitura municipal, e não apresentam informação geográfica ou visual. Com isso, o usuário deve inserir esta informação no sistema para que estes lotes beneficiados sejam georreferenciados e, assim, visualizados no sistema.

A Figura 17 apresenta os casos de uso relacionados a esta etapa. Considerando que o usuário acessa o sistema para executar esta atividade, temos que, novamente, a tela inicial apresenta as informações cartográficas já descritas acima, e apresentadas na Figura 11: o limite do perímetro urbano, os bairros com seus nomes, a hidrografia e as informações de áreas verdes. Ainda, estas

informações são visualizadas na escala 1:150.000, comportando todo o perímetro urbano do município.

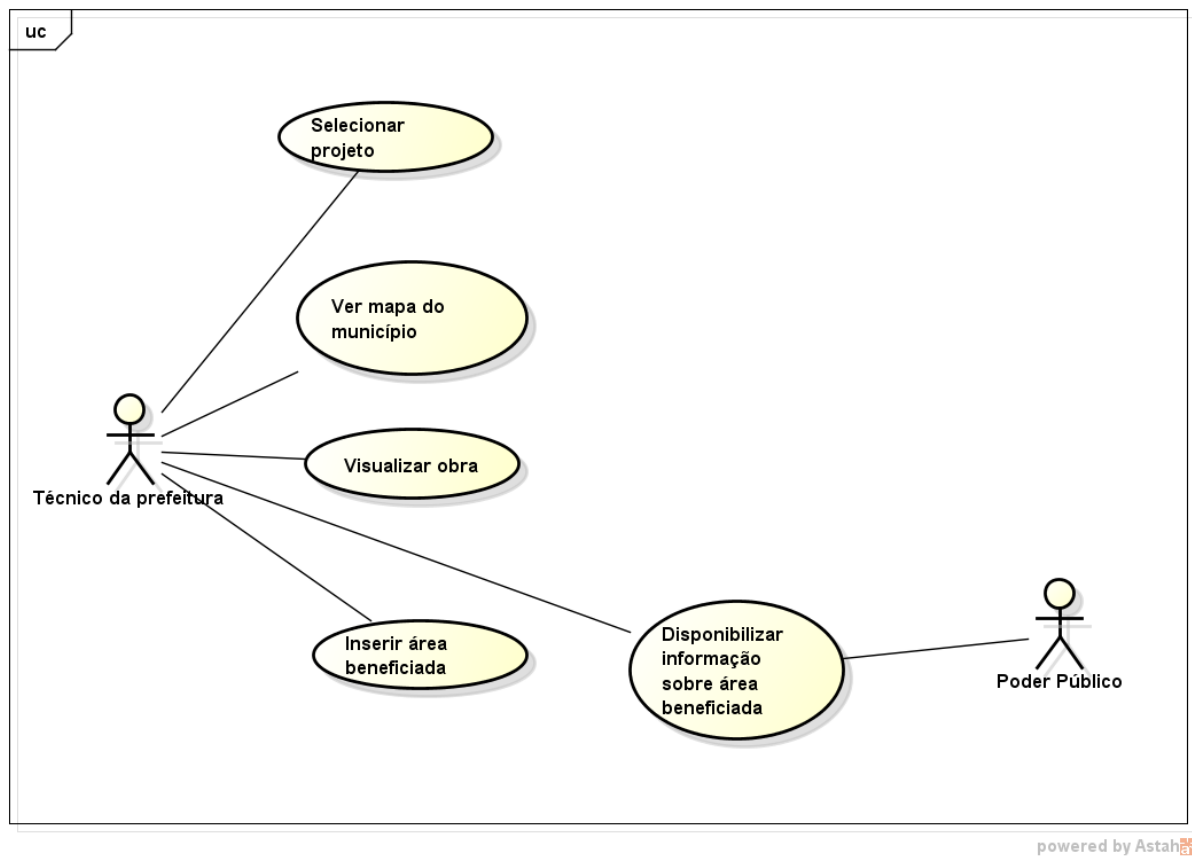
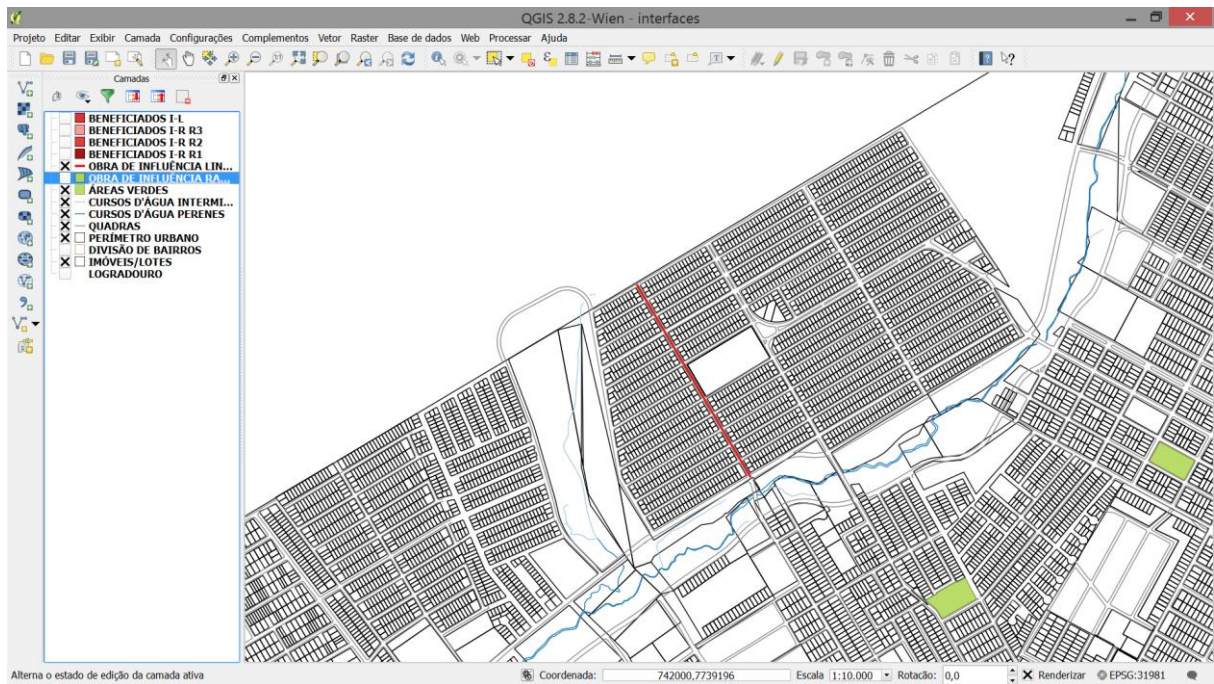


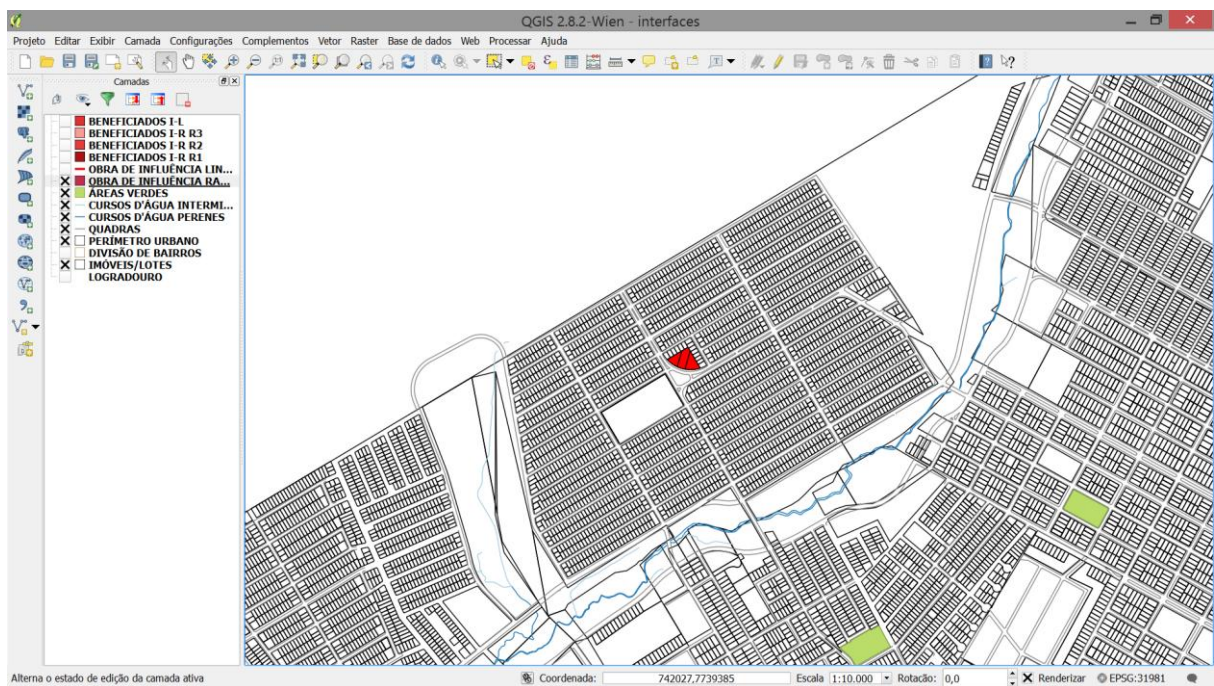
Figura 17: Inserir área beneficiada.
(Fonte: o autor)

Considerando que esta segunda etapa representa a continuidade do processo de cálculo da Contribuição de Melhoria, é preciso que o usuário acesse algum projeto já criado, a partir das ferramentas de arquivo. Esta seleção permitirá o acesso às informações já inseridas sobre determinada obra que se deseja trabalhar, além de possibilitar que todas as informações posteriormente geradas sejam salvas e armazenadas junto às demais.

Com a seleção do projeto, o sistema apresenta ao usuário a obra já criada, junto com as informações utilizadas na escala 1:10.000, ou seja: as quadras, os lotes, a hidrografia e as áreas verdes. Esta visualização tem como objetivo oferecer um panorama geral da obra ao usuário, possibilitando que este localize a região em que está trabalhando. As Figuras 18 (a) e (b) mostram esta visualização para cada um dos tipos de obra.



a)



b)

Figura 18: Exemplo de visualização de obra na escala 1:10.000
a) obra de influência linear e b) obra de influência radial. (Fonte: o autor)

Como visto anteriormente, o tipo da obra define a área de influência da mesma. No entanto, é preciso ressaltar que, de acordo com os usuários e especialistas, no atual momento de criação do sistema **a definição da área de influência não é realizada pelo usuário**. Esta definição é realizada em outro setor da administração pública do município que a repassa ao usuário, na forma de

planilha, para ser inserida no sistema. Esta planilha, deve conter as seguintes informações:

- o identificador cadastral dos lotes, que possibilita associar as informações a um elemento físico do terreno, representado na feição dos lotes;
- a área do lote, em metros quadrados;
- o proprietário do lote, dividido entre público e privado;
- o preço do lotes antes da obra;
- a porcentagem de valorização do imóvel;
- o preço do lote após a obra;
- a valorização do imóvel;
- o valor do rateio do custo da obra;
- o valor da Contribuição de Melhoria;
- para obras de influência radial, é preciso que conste na planilha em qual raio de influência o lote se encontra.

Assim, a inserção da área de influência é feita a partir de uma função criado para este fim, chamada **Inserir Área Beneficiada**, e que vai associar a planilha contendo os lotes beneficiados, recebida do Poder Público, e a feição dos lotes. Esta função é acessada por um botão chamado Inserir Área de influência, e a interface projetada para esta função pode ser vista na Figura 19.

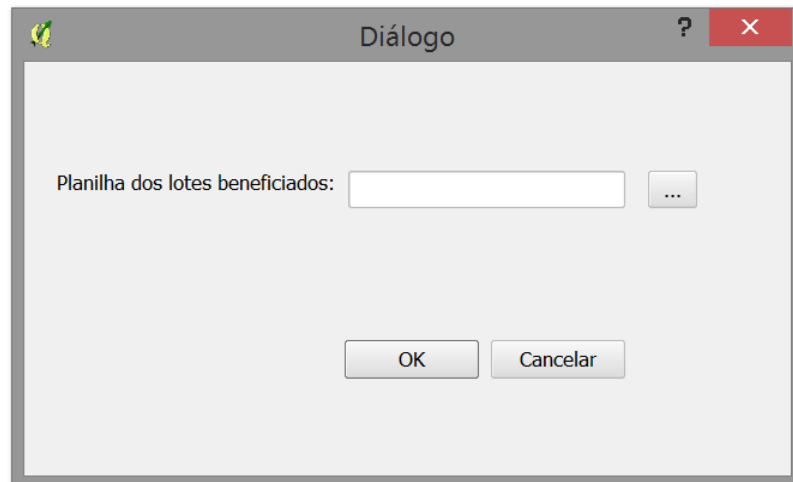
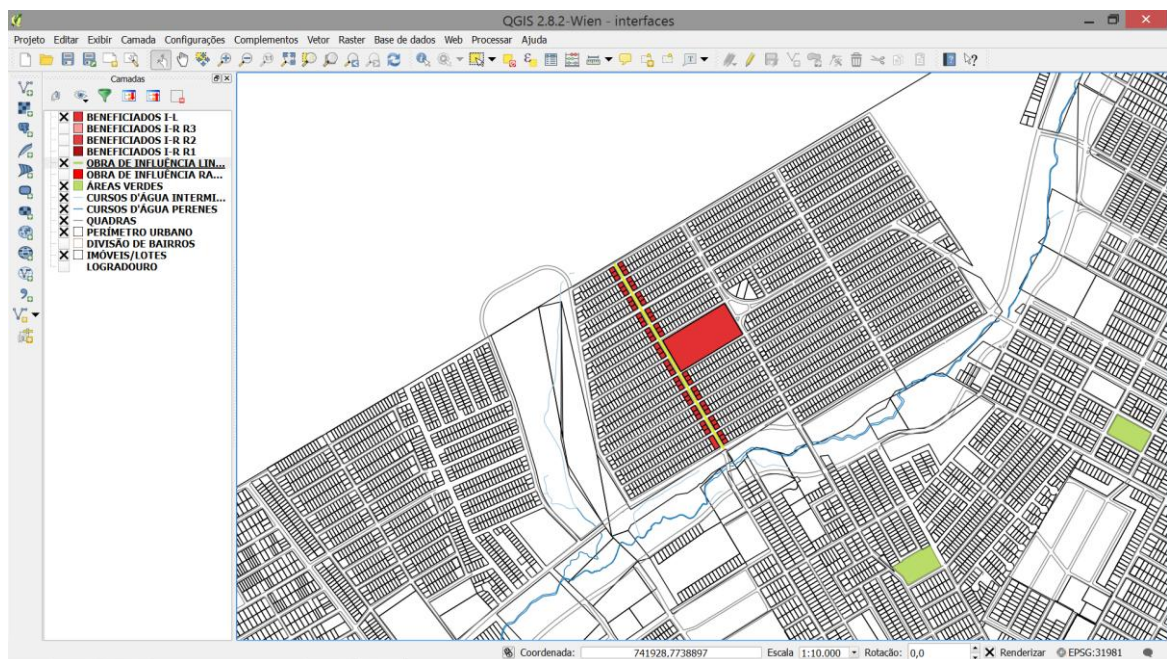
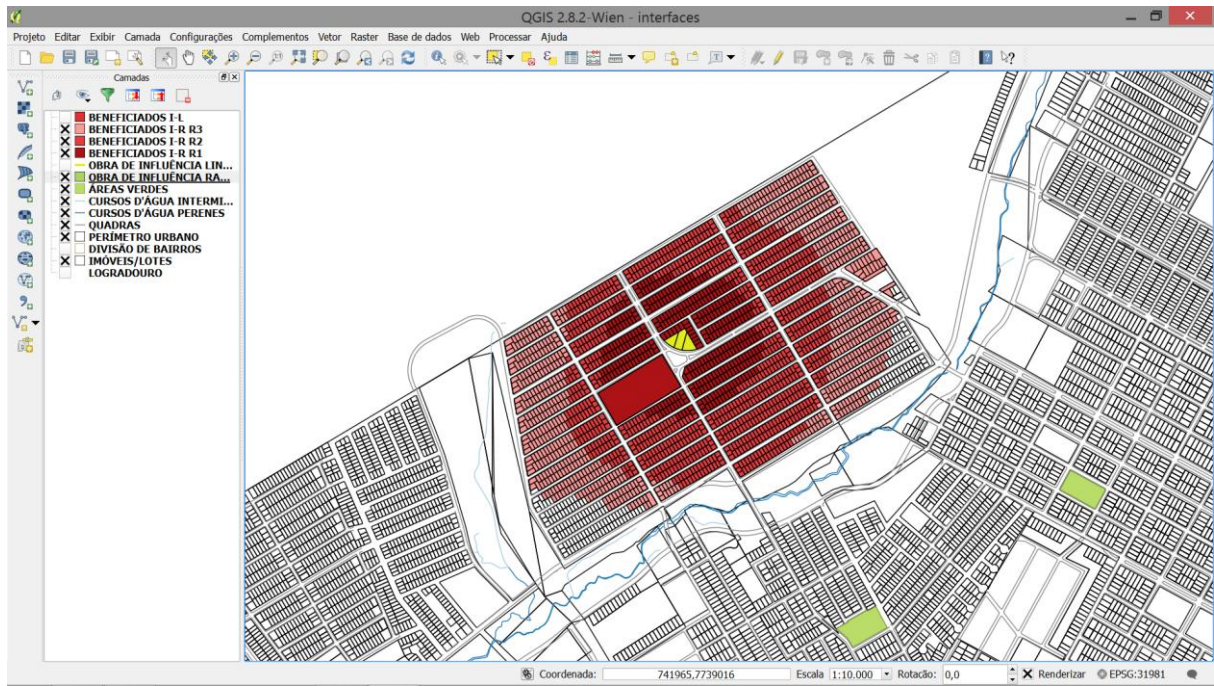


Figura 19: Interface de inserção da área beneficiada.
(Fonte: o autor)

Nesta interface, o usuário busca a planilha com os lotes beneficiados. A partir desta planilha, o sistema executa uma função chamada *Table Join*, ou junção de tabelas, entre esta planilha e a camada espacial dos lotes municipais. Esta função vai associar todos os elementos das duas fontes de informação (planilha e camada espacial) que apresentam atributo comum, neste caso o identificador dos lotes. Com isso, é criada uma nova camada contendo as informações da planilha dos lotes beneficiados e a informação geométrica da feição dos lotes. As Figuras 20a) e b) apresentam dois exemplos de áreas de influência inseridas, um para o caso de obras de influência linear e outro para o caso de obras de influência radial.



a)



b)

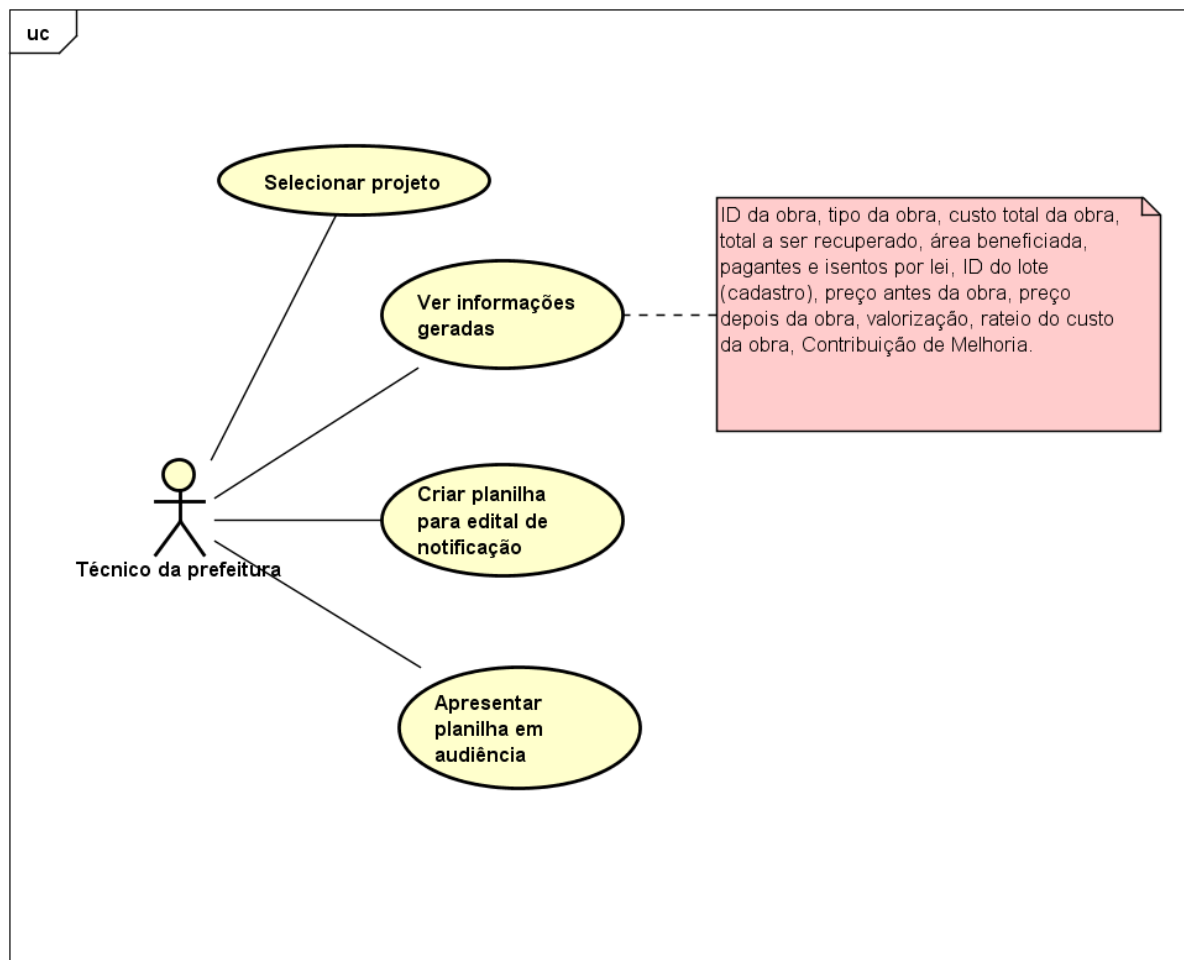
Figura 20: Exemplo de lotes beneficiados
a) obra de influência linear; b) obra de influência radial. (Fonte: o autor)

É possível ver que, no caso das obras de influência linear, apenas os lotes com testada para a obra são beneficiados, enquanto que no caso de obras de influência radial os lotes beneficiados encontram-se a determinada distância radial da obra. Ainda, nos casos de obras de influência radial, quanto mais próximos da obra, maior a valorização do lote e, desta forma, maior a Contribuição de Melhoria a ser cobrada. Com isso, é preciso que o sistema apresente estas informações dos diferentes valores ao usuário, em função do raio (distância do lote à obra) presente na planilha dos lotes beneficiados. Esta informação dos diferentes raios de influência deve ser visualizada através de uma classificação pelo valor do raio, variando o valor da cor representada do mais escuro (mais próximo da obra e, portanto, maior Contribuição de Melhoria) para mais claro (mais longe da obra e, portanto, menor Contribuição de Melhoria), como pode ser visto na Figura 20 (b). Esta escolha da variação da luminosidade da cor, da mais escura à mais clara, foi feita em conjunto com os usuários, que ressaltaram a importância da visualização dos diferentes raios na apresentação da região de influência da obra.

Com a criação da feição dos lotes beneficiados, as informações para os editais podem ser emitidas.

c) Edital de divulgação e audiência pública

A próxima etapa de uso do sistema representa a junção e a verificação das informações criadas até o momento para apresentação aos proprietários beneficiados (Figura 21). Nesta etapa, o objetivo principal é mostrar à população beneficiada as informações geradas sobre os lotes e os tributos devidos de cada um, bem como os valores utilizados para o cálculo do tributo. Como já mencionado anteriormente, uma audiência pública deve ser realizada com os proprietários dos lotes beneficiados, para que as informações sejam apresentadas e que se identifique os proprietários que não possuem condições financeiras para arcar com a cobrança da Contribuição de Melhoria. Com isso, a utilização do sistema nestas audiências tem por objetivo possibilitar aos proprietários que, de maneira visual, possam localizar seus lotes, confirmar que se encontram na região beneficiada pela obra, e dessa forma, com o uso do sistema (mapa e tabela) interagir com o poder público.



powered by Astah

Figura 21: Emitir edital de divulgação e audiência pública.
(Fonte: o autor)

Como nas atividades anteriores, ao acessar o sistema, o usuário inicialmente visualiza o perímetro urbano do município na escala 1:150.000 (Figura 11). A seguir, ele deve selecionar o projeto que deseja trabalhar. Com essa seleção, o sistema apresenta as informações já criadas até o momento, ou seja, obra e lotes beneficiados, na escala 1:10.000, conforme Figuras 20 (a) e (b).

A partir deste momento, o usuário precisa selecionar a função de **Emissão de Edital**, que possibilita visualizar a tabela de atributos dos lotes beneficiados, como mostra Figura 22.

Selecione feição dos lotes beneficiados:

Inserir isentos

	Lote	Proprietário	Área Lote (Preço antes	Valorização	Preço depc	Valor RCO	CVI - Valor	Valor CM (I	Isentos
01										
02										
03										
04										
05										
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										

Salvar

OK Cancelar

Figura 22: Interface de emissão de editais.
(Fonte: o autor)

Nesta interface, o usuário seleciona a feição dos lotes beneficiados e, com isso, todas as informações e valores sobre estes lotes são apresentados. Além disso, a interface permite que estas informações sejam salvas em uma planilha, que posteriormente pode ser incorporada no edital de lançamento do tributo.

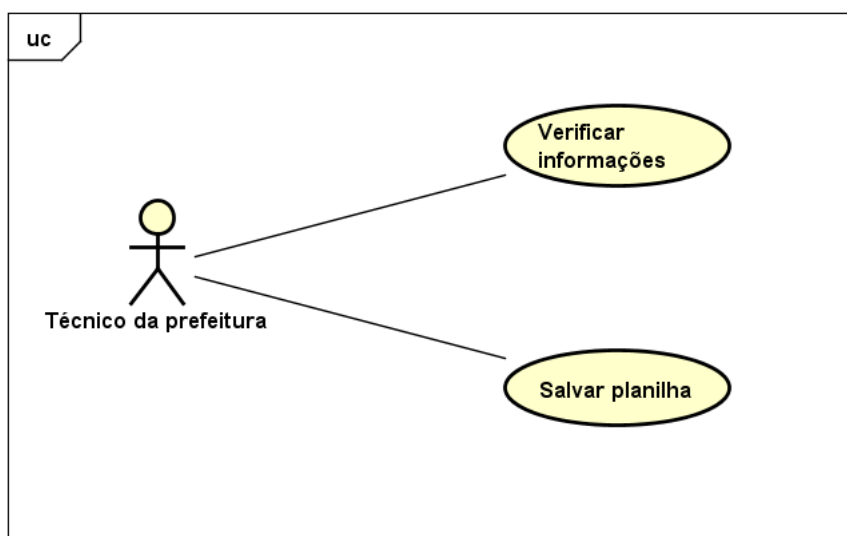
No entanto, a principal vantagem desta interface está na visualização dos lotes beneficiados em conjunto com a comunidade, em audiência pública. O sistema possibilita que cada lote, como apresentado nas Figuras 20 (a) e (b), seja selecionado individualmente e, com essa seleção, sejam apresentadas as informações de valores em uma janela pop-up. A partir desta janela, os proprietários podem ver os valores e os dados relativos a seus imóveis, além da localização geográfica dos mesmos na área de influência da obra. Outra vantagem da apresentação das informações em audiência é que os isentos por condições financeiras podem ser diretamente identificados e seus lotes registrados com esta informação no sistema.

Nesta visualização, os lotes devem ser apresentados em uma classificação nominal por proprietário, sendo que os imóveis públicos, considerados isentos, não são representados; apenas os privados, que se encontram na área de influência da obra.

Após a audiência pública, com a anuência dos proprietários e identificação dos lotes isentos por questões financeiras, a planilha com as informações para o edital de lançamento pode ser emitida, operação realizada na seguinte, e última, atividade.

d) Consolidar planilha - Edital de lançamento

A audiência pública tem por objetivo obter a aprovação dos envolvidos e identificar proprietários que não possuam condições financeiras para arcar com a CM. Estes últimos são considerados isentos da cobrança. Com estas informações, é criada uma planilha para o edital de lançamento (Figura 23), a partir da interface de **Emissão de Edital** (Figura 22). Por meio desta interface o usuário realiza uma verificação dos dados apresentados e, por fim, pode salvar a informação em formato de planilha desejado.



powered by Astah

Figura 23: Consolidar planilha
(Fonte: o autor)

Dessa forma, a emissão do edital de lançamento pode ser feita pelos responsáveis administrativos da prefeitura municipal e a cobrança do tributo pode ser iniciada. As informações relevantes a serem apresentadas no edital são apresentadas na Figura 24. Este modelo de planilha foi estruturado por PEREIRA *et al.* (2014) no Manual para Implementação da Contribuição de Melhoria. Este manual

ou operações com o SIG. Assim, a definição dos dados cartográficos que serão representados no sistema e apresentados em mapas foi extensamente discutida com os envolvidos no projeto do sistema. Além disso, a escolha entre representação matricial e/ou vetorial para os dados utilizados foi importante para a definição do sistema, pois esta está relacionada com o formato de armazenamento dos dados e, dessa forma, com a estrutura do banco de dados.

Atualmente, diferentes órgãos e instituições governamentais disponibilizam dados cartográficos para acesso e utilização. Dados que compõem a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE); ou provenientes do IBGE, das prefeituras municipais, etc. podem ser utilizados, em diferentes formatos e com diferentes escalas de detalhamento. No entanto, muitas vezes estes dados não são compatíveis uns com os outros, pois foram gerados e são mantidos por entidades diferentes e, assim, precisam ser verificados e editados antes de serem utilizados.

A análise da qualidade dos dados cartográficos é importante para determinar quais dados podem ser utilizados para as tarefas e o objetivos desejados. Parâmetros como completude, atualização, acurácia, consistência, resolução, entre outros, precisam ser considerados na escolha dos dados cartográficos a serem utilizados. Neste ponto, é preciso salientar um fato importante observado nos dados disponibilizados pela SEMADUR. Algumas informações cartográficas disponibilizadas contêm erros posicionais, topológicos e semânticos: feições representativas de vias que não se interceptam, ou feições diferentes que se sobrepõem. Estes erros são, geralmente, observados em feições geradas por diferentes órgãos ou instituições e que, por serem definidas com técnicas de levantamento e edição diferentes, ou estarem projetadas em sistemas de coordenadas variados, não apresentam as relações topológicas e geométricas corretas.

Uma característica importante para a qualidade dos dados cartográficos é a sua atualização. Dados desatualizados não condizem com a realidade espacial e sua utilização pode resultar em equívocos graves, como a consideração de elementos que não existem mais ou a desconsideração de novas propriedades das feições representadas. A atualização da base cartográfica é um fator determinante para o correto resultado de qualquer operação realizada sobre o espaço urbano e,

assim, deve ser verificada e exigida na definição dos requisitos para sistemas de geoinformação.

Outra característica importante relacionada aos dados cartográficos diz respeito à localização dos mesmos, e à definição do sistema de referência utilizado em sua elaboração. Características importantes como projeção cartográfica, Datum e sistema de referência, são relevantes para que as informações sejam representadas corretamente. No Brasil, desde 2015 é adotado o SIRGAS2000 como sistema de referência oficial. Essa definição permite que todos os dados produzidos possam ser utilizados por qualquer usuário, garantindo a interoperabilidade dos dados. Dessa forma, a definição do sistema de referência deve ser feita em conjunto com os envolvidos no projeto do sistema, mas tendo-se consciência das determinações oficiais do país.

Uma das características de um sistema de geoinformação é a apresentação das informações cartográficas na forma de mapas apresentados na tela do computador, que possibilita a localização e a interação do usuário com o sistema e com os dados. Na cartografia, a visualização das informações é tão importante quanto a produção ou análise dos dados, e assim, deve ser tratada corretamente no sistema. A simbologia das feições apresentadas deve ser de amplo entendimento e intuitiva, relacionando o elemento representado com aquilo que ele representa. Por exemplo, feições relacionadas com hidrografia são, na maioria das vezes, representadas por traços ou áreas em tons de azul; vegetação é, geralmente, representada em tons de verde. Outras feições, apesar de não seguirem intuitivamente as características do elemento na paisagem, possuem convenção bastante difundida e utilizada. É o caso, por exemplo, do sistema viário que em pequenas escalas é, normalmente, representado em vermelho. A definição da simbologia é fundamental para o rápido acesso e entendimento da informação representada. A Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 2000) apresenta convenções do mapeamento topográfico brasileiro para mapas em médias escalas (1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000) que seguem este raciocínio de semelhança com a paisagem representada. Assim, estas convenções representam uma opção atrativa para representação das informações. No que diz respeito ao mapeamento em grandes escalas, nesta pesquisa optou-se por utilizar as convenções propostas pela Câmara Técnica de Cartografia e Geoprocessamento do

Paraná, por englobarem todos os elementos aqui utilizados e serem bastante utilizada em todo o estado do Paraná.

As informações referentes à escala e ao tamanho de tela foram adotadas para o caso de utilização do sistema em um computador laptop, com tela de 14 polegadas em formato *widescreen*. Outros tamanhos e formatos de tela podem exigir alterações nas escalas propostas.

6.1.4 Análise e Negociação

As informações levantadas foram analisadas e negociadas em conjunto com os envolvidos com o projeto do sistema. O objetivo desta etapa foi discutir e avaliar as informações obtidas e, dessa forma, verificar possíveis omissões, ambiguidades e erros.

Uma das principais questões levantadas foi referente à área de influência e a definição dos lotes beneficiados pela obra de infra estrutura. Para obras de influência linear, o entendimento de que os lotes beneficiados são aqueles que apresentam testada para a obra é simples e clara: apenas estes lotes são considerados beneficiados. No entanto, para o caso das obras de influência radial, a definição da área de influência apresenta maior desafio, pois os raios de influência da obra não são padronizados para todas as obras. Diferentes obras apresentam diferentes raios de influência, mesmo sendo obras do mesmo tipo. A necessidade de definição dos raios corretos e a falta de uma padronização para estes raios dificultou o planejamento da inserção da área de influência no sistema. Somando a isso a disponibilidade reduzida de tempo para desenvolvimento desta pesquisa, optou-se por considerar a definição dos lotes beneficiados como sendo um processo externo ao sistema. O usuário do sistema recebe esta informação pronta do setor de urbanismo da prefeitura e insere-a no sistema.

Da mesma forma foram considerados os cálculos do RCO e do CVI. O cálculo para determinação destes valores foi considerado externo ao sistema por apresentar particularidades que não poderiam ser tratadas plenamente no tempo de desenvolvimento da pesquisa.

A inserção das informações de localização geográfica da obra foi bastante discutidas junto aos envolvidos. A necessidade de fornecer ao usuário do sistema a opção por duas formas de localização da obra surgiu ao se considerar obras de abertura de vias, sendo que estas não teriam endereço oficial. Além disso, no caso de obras de influência linear, não se pode considerar um único endereço, como é o caso de obras de pavimentação de uma via. Assim, optou-se por uma abordagem pelos bairros, que possibilitam localizar a região da obra de maneira visual, por aproximações do mapa e mudanças de escala.

Outra questão discutida foi a proposta de utilização do sistema nas audiências públicas, como forma de apresentar à comunidade, de maneira visual, as áreas de influência da obra, os lotes beneficiados e os valores devidos a cada lote. Esta possibilidade foi bem aceita por todos os envolvidos, pois incorpora o beneficiário final do cálculo da Contribuição de Melhoria, a saber, a população, no processo de interação com sistema, tornando-o completo e efetivo, e incorporando a comunidade nas decisões tomadas pelo Poder Público municipal. Além disso, a visualização dos lotes e propriedades aproxima a população do processo de cobrança da Contribuição de Melhoria, facilitando o entendimento e a aceitação do tributo.

6.2 DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS

O entendimento das atividades do usuário, em conjunto com a definição do problema a ser resolvido pelo sistema e dos objetivos a serem alcançados possibilitou a definição dos requisitos necessários para que o usuário realize estas atividades. Cabe lembrar que nesta pesquisa foi trabalhada apenas a interação e uso do usuário com o sistema, e as características da geoinformação referentes a estas interações.

Como o processo de engenharia de requisitos é iterativo e cíclico, propostas iniciais foram corrigidas e modificadas, a partir de análises em conjunto com os usuários. De acordo com as diversas atividades desenvolvidas pelos usuários, descritas mais acima, um conjunto de requisitos foi identificado, e o documento dos requisitos está apresentado no **apêndice 1**. Vale salientar que dentre os tópicos presentes no padrão da ISO/IEC/IEEE, apenas aqueles que tem relação com a

interação do usuário com o sistema foram abordados, como requisitos funcionais, requisitos de usabilidade e da interface do sistema. Outros, que não remetem ao uso e interação não foram tratados nesta pesquisa.

6.3 VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS

O processo de validação dos requisitos foi realizado a partir de cenários que consideraram a proposta das interfaces projetadas para o sistema, de acordo com as necessidades dos usuários. Este processo teve por objetivo validar as informações levantadas para a criação do sistema e das interações do usuário como mesmo, a partir de suas atividades e objetivos.

Foram criados dois cenários de uso do sistema: um para obras de influência linear, e outro para obras de influência radial. Em cada cenário foi descrita como seria a execução das atividades de interação do usuário com o sistema.

A. Obras de influência linear

Um dos tipos de obras trabalhados são as obras de influência linear, como pavimentação e abertura de vias. São obras que apresentam área de influência longitudinal, sendo os lotes beneficiados aqueles que possuem testada para a obra. Seguindo as atividades realizadas com o sistema, temos o seguinte cenário:

Neste cenário consideramos que um usuário do sistema deseja calcular a determinação da Contribuição de Melhoria resultante da obra de pavimentação da Rua X.

Nome: **Cenário1 atividade1** - Criar projeto e inserir obra (obra de influência linear).

Gatilho: Solicitação, por parte do Poder Público municipal, do cálculo da Contribuição de Melhoria para determinada obra de infraestrutura linear.

Pré-condição: A obra de infraestrutura deve estar finalizada.

Envolvidos: Poder Público municipal, técnico da prefeitura, população.

Usuários ativos: técnico da prefeitura.

Passos típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. Como a obra de infraestrutura já está finalizada, o usuário precisa criar um projeto para esta obra. Ele seleciona a opção **Criar Projeto**

3. O usuário insere os dados solicitados sobre o projeto (Figura 12)
 - a. Nome da obra: Pavimentação da Rua X;
 - b. Tipo da obra: Pavimentação de via;
 - c. Custo da obra: R\$ XXXXXX;
 - d. Localização (endereço): N/A
 - e. Localização (bairro): XX
4. Neste caso foi inserida apenas a informação do bairro. Com isso, o sistema apresenta a localização do bairro inserido na escala 1:50.000 (Figura 13).
 - a. Feições apresentadas: quadras, limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nome), cursos d'água, área verde.
5. O usuário precisa localizar a obra, aproximando a visualização (zoom) para a próxima escala definida, 1:10.000 (Figura 14).
 - a. Feições apresentadas: quadras, limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nome), cursos d'água, área verde.
6. O usuário aproxima a visualização para a próxima escala definida, 1:1.000 (Figura 15).
 - a. Feições apresentadas: arruamento (nomes), quadras, lotes, área verde e cursos d'água.
7. O usuário precisa inserir a obra no sistema. Para isso, seleciona a opção **Inserir Obra**, já definida para inserção de linha, devido à definição do tipo da obra.
8. O usuário localiza o endereço da obra no mapa a partir das informações de referência: sistema viário (com nome das vias), lotes, quadras.
9. Com isso, o usuário edita a obra sobre o mapa, inserindo-a no sistema.
10. Por último, o usuário salva o projeto.

Resultado esperado: O projeto foi criado, bem como a obra específica desse projeto. Tanto o projeto e como a obra podem ser acessados e visualizados.

Nome: **Cenário1 atividade2** - Inserir lotes beneficiados (obra de influência linear).

Gatilho: Criação do projeto e inserção da obra.

Pré-condição: Recebimento, por parte do Poder Público municipal, da planilha com a definição dos lotes beneficiados.

Envolvidos: Poder Público municipal, técnico da prefeitura, população

Usuários ativos: técnico da prefeitura, Poder Público municipal

Passos típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra inserida com dados respectivos) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 18 (a)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nome), cursos d'água, área verde.
3. O usuário seleciona a opção **Inserir Área Beneficiada**, e com isso deve buscar a planilha com a definição dos lotes beneficiados (Figura 19).
4. O sistema realiza a operação espacial *Table Join* entre a planilha identificada e a classe espacial dos lotes, para juntar as informações que apresentam um identificador comum, criando uma única tabela com todos os dados.

5. Com a junção das tabelas, é criada uma nova feição dos lotes beneficiados. O sistema apresenta esta feição criada na tela, na escala 1:10.000 (Figura 20 (a)).

- a. Feições apresentadas: lotes beneficiados, obra, quadras, lotes, divisa de bairros, área verde e cursos d'água.

6. Por último, o usuário salva o projeto.

Resultado esperado: A área de influência é inserida no sistema, com as informações relevantes sobre os lotes e seus respectivos dados e valores.

Nome: **Cenário1 atividade3** - Edital de divulgação e audiência pública (obra de influência linear)

Gatilho: Inserção dos lotes beneficiados no sistema

Pré-condição: Área de influência com as informações dos lotes e valores

Envolvidos/interessados: Poder Público municipal, população

Envolvidos ativos: Técnico da prefeitura, população

Passo típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra, lotes beneficiados) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 20 (a)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros, cursos d'água, área verde.
3. O usuário seleciona abre a opção **Emissão de Edital**, e seleciona a feição dos lotes beneficiados (Figura 22). O usuário verifica as informações sobre os lotes beneficiados.
4. Em audiência, as informações são apresentadas aos proprietários dos lotes em visualização na escala 1:10.000 (Figura 20 (a)). Estes proprietários identificam suas propriedades e verificam as informações referentes a elas.
5. Ainda em audiência pública, são identificados os proprietários que não possuem condições financeiras para arcar com a cobrança do tributo. Estes são considerados isentos.
6. Com todos os proprietários tendo verificado seus lotes, o usuário salva a nova planilha.

Resultado esperado: Apresentação das informações à população e identificação dos isentos.

Nome: **Cenário1 atividade4** - Consolidar planilha - edital de lançamento (obra de influência linear)

Gatilho: Audiência pública e anuência dos proprietários

Pré-condição: Informação sobre pagantes e isentos

Envolvidos/interessados: Poder Público municipal, população, Técnico da prefeitura

Envolvidos ativos: Técnico da prefeitura

Passo típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).

- a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
 2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra, lotes beneficiados) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 20 (a)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros, cursos d'água, área verde.
 3. O usuário seleciona abre a opção **Emissão de Edital**, e seleciona a feição dos lotes beneficiados (Figura 22). O usuário verifica as informações sobre os lotes beneficiados.
 4. Após verificação das informações, o usuário salva a planilha, que será utilizada para a criação do edital de lançamento.
- Resultado esperado: Emissão da planilha para edital de lançamento do tributo

B. Obras de influência radial

Obras de influência radial são aquelas que apresentam áreas de influência definidas por raios concêntricos, com origem na obra. Quanto mais afastado da obra um lote se encontra, menor a sua valorização e menor a contribuição devida. Dentre estes tipos de obra podemos citar construção de praças e parques, pontes, túneis, viadutos, trincheiras e construções de sistemas de transporte subterrâneo. Os lotes beneficiados neste tipo de obra, diferentemente das obras de influência linear, encontram-se nas áreas de influência direta ou indireta da obra, área essa definida por raios que variam de acordo com o tipo da obra.

Neste cenário consideramos que um usuário do sistema deseja realizar a determinação da Contribuição de Melhoria resultante da obra de construção da Praça X.

Nome: **Cenário2 atividade1** - Criar projeto e inserir obra (obra de influência radial).

Gatilho: Solicitação, por parte do Poder Público municipal, do cálculo da Contribuição de Melhoria para determinada obra de infraestrutura linear.

Pré-condição: A obra de infraestrutura deve estar finalizada.

Envolvidos: Poder Público municipal, técnico da prefeitura, população.

Usuários ativos: técnico da prefeitura.

Passos típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. Como a obra de infraestrutura já está finalizada, o usuário precisa criar um projeto para esta obra. Ele seleciona a opção **Criar Projeto**
3. O usuário insere os dados solicitados sobre o projeto (Figura 12)
 - a. Nome da obra: Construção da Praça X;

- b. Tipo da obra: Construção de praças e parques;
 - c. Custo da obra: R\$ XXXXXX;
 - d. Localização (endereço): XXX
 - e. Localização (bairro): XX
4. Neste caso foi inserida tanto a informação do bairro como o endereço da obra. Com isso, o sistema apresenta a localização do endereço inserido inserido na escala 1:1.000 (Figura 15).
 - a. Feições apresentadas: arruamento (nomes), quadras, lotes, área verde e cursos d'água.
 5. O usuário precisa inserir a obra no sistema. Para isso, seleciona a opção **Inserir Obra**, já definida para inserção de linha, devido à definição do tipo da obra.
 6. O usuário localiza o endereço da obra no mapa através das informações de referência: sistema viário (com nome das vias), lotes, quadras.
 7. Com isso, o usuário edita a obra sobre o mapa, inserindo-a no sistema.
 8. Por último, o usuário salva o projeto.

Resultado esperado: O projeto foi criado, bem como a obra específica desse projeto. Tanto o projeto e como a obra podem ser acessados e visualizados.

Nome: **Cenário2 atividade2** - Inserir lotes beneficiados (obra de influência radial).

Gatilho: Criação do projeto e inserção da obra.

Pré-condição: Recebimento, por parte do Poder Público municipal, da planilha com a definição dos lotes beneficiados.

Envolvidos: Poder Público municipal, técnico da prefeitura, população

Usuários ativos: técnico da prefeitura, Poder Público municipal

Passos típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra inserida com dados respectivos) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 18 (b)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nome), cursos d'água, área verde.
3. O usuário seleciona a opção **Inserir Área Beneficiada**, e com isso deve buscar a planilha com a definição dos lotes beneficiados (Figura 19).
4. O sistema realiza a operação espacial *Table Join* entre a planilha identificada e a classe espacial dos lotes, para juntar as informações que apresentam um identificador comum, criando uma única tabela com todos os dados.
5. Com a junção das tabelas, é criado uma nova feição dos lotes beneficiados. O sistema apresenta esta feição criada na tela, na escala 1:10.000 (Figura 20 (b)).
 - a. Feições apresentadas: lotes beneficiados, obra, quadras, lotes, divisa de bairros, área verde e cursos d'água.
6. Por último, o usuário salva o projeto.

Resultado esperado: A área de influência é inserida no sistema, com as informações relevantes sobre os lotes e seus respectivos dados e valores.

Nome: **Cenário2 atividade3** - Edital de divulgação e audiência pública (obra de influência radial)

Gatilho: Inserção dos lotes beneficiados no sistema

Pré-condição: Área de influência com as informações dos lotes e valores

Envolvidos/interessados: Poder Público municipal, população

Envolvidos ativos: Técnico da prefeitura, população

Passo típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra, lotes beneficiados) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 20 (b)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros, cursos d'água, área verde.
3. O usuário seleciona abre a opção **Emissão de Edital**, e seleciona a feição dos lotes beneficiados (Figura 22). O usuário verifica as informações sobre os lotes beneficiados.
4. Em audiência, as informações são apresentadas aos proprietários dos lotes em visualização na escala 1:10.000 (Figura 20 (b)). Estes proprietários identificam suas propriedades e verificam as informações referentes a elas. Ainda em audiência pública, são identificados os proprietários que não possuem condições financeiras para arcar com a cobrança do tributo. Este são considerados isentos.
5. Com todos os proprietários tendo verificado seus lotes, o usuário salva a nova planilha.

Resultado esperado: Apresentação das informações à população e identificação dos isentos.

Nome: **Cenário2 atividade4** - Consolidar planilha - edital de lançamento (obra de influência radial)

Gatilho: Audiência pública e anuência dos proprietários

Pré-condição: Informação sobre pagantes e isentos

Envolvidos/interessados: Poder Público municipal, população, Técnico da prefeitura

Envolvidos ativos: Técnico da prefeitura

Passo típicos da atividade:

1. O usuário acessa o sistema. Ele inicialmente vê na tela a interface do sistema com a visualização do perímetro urbano, em escala 1:150.00 (Figura 11).
 - a. Feições apresentadas: limite do perímetro urbano, divisa de bairros (com nomes), cursos d'água, área verde.
2. O usuário seleciona o projeto a ser trabalhado. As informações já criadas (obra, lotes beneficiados) são apresentadas junto com o mapa do município na escala 1:10.000 (Figura 20 (b)).
 - a. Feições apresentadas: obra quadras, lotes, limite do perímetro urbano, divisa de bairros, cursos d'água, área verde.
3. O usuário seleciona a opção **Emissão de Edital**, e seleciona a feição dos lotes beneficiados (Figura 22). O usuário verifica as informações sobre os lotes beneficiados.

4. Após verificação das informações, o usuário salva a planilha, que será utilizada para a criação do edital de lançamento.

Resultado esperado: Emissão da planilha para edital de lançamento do tributo.

Comparando os cenários para ambos os tipos de obra percebeu-se que as variações mais significativas no processo de uso do sistema encontram-se nas informações iniciais inseridas sobre o projeto e na forma de inserção da obra, que varia com o seu tipo. Tanto o processo de junção das tabelas para criação da área de influência quanto a criação das tabelas dos editais permanecem os mesmos, além das informações visualizadas para inserção das feições e dos níveis de detalhamento da visualização em cada caso.

A inserção do endereço altera a visualização para inserção da obra, pois esta informação possibilita uma aproximação direta com a região da obra trabalhada. No caso da ausência do endereço, a visualização do local da obra deve ser feita por alterações consecutivas das escalas, até que o usuário localize a região da obra.

A visualização das informações, seja no desempenho das funções do sistema ou na interação com os proprietários em audiência pública, também apresenta mudança para cada tipo de obra, já que nas obras de influência radial são apresentados os raios de influência da obra.

O processo de validação contribuiu para confirmar as informações levantadas e solidificar o entendimento do sistema propostos, bem como das interações necessárias ao uso deste sistema. A partir dos cenários de validação, os usuários puderam avaliar a utilização do sistema e os resultados que poderão ser obtidos com este.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Nesta pesquisa buscou-se definir como as características e particularidades da geoinformação devem ser consideradas no projeto de um sistema para o cálculo da Contribuição de Melhoria, instrumento para recuperação da mais-valia fundiária. Para tanto, estimou-se que, se realizado o levantamento dos requisitos dos usuários através de técnicas da engenharia de requisitos, incluindo neste levantamento as necessidades em geoinformação e análises espaciais necessárias ao desempenho de suas funções, e considerando a interação do usuário com o sistema, então o sistema projetado estaria em condições de alcançar os objetivos desejados.

A engenharia de requisitos é parte fundamental da criação de sistemas e softwares computacionais. O processo de aquisição, análise, discussão e documentação dos requisitos dos usuários e envolvidos possibilita o entendimento das informações necessárias à criação do sistema (KOTONYA e SOMMERVILLE, 1998; HULL *et al.*, 2005; SOMMERVILLE, 2011). O conhecimento do domínio da aplicação e de como os resultados obtidos serão utilizados, contribui para que o sistema a ser criado seja, de fato, efetivo no desempenho de suas funções. Assim a apropriação de conhecimentos de engenharia de requisitos para construção de sistemas de informação geográficas possibilita o planejamento e desenvolvimento de sistemas voltados aos usuários de geoinformação.

O processo de cálculo da Contribuição de Melhoria possui elementos multidisciplinares, abrangendo conhecimentos em urbanismo, cartografia, legislação urbana e tributária. O tratamento e análise de todos estes conhecimentos no projeto de criação do sistema precisa ser coordenado para que todas as características do processo sejam consideradas. Dessa forma, a engenharia de requisitos traz grande vantagem ao processo por considerar o levantamento das informações do ponto de vista dos usuários do sistema. Além disso, o contato entre profissionais de diferentes áreas, integrantes do grupo de envolvidos com o sistema, possibilita a aquisição de diferentes perspectivas de uso, planejamento, e resultados esperados do sistema.

Foi realizado um extenso trabalho de levantamento de informações sobre todo o processo de determinação da Contribuição de Melhoria junto aos envolvidos com o sistema proposto. As etapas de elicitação, análise, negociação,

documentação e validação dos requisitos foram seguidas e trabalhadas simultaneamente, de maneira a otimizar o tempo de desenvolvimento da pesquisa. Diversas reuniões foram realizadas junto aos urbanistas do Laboratório de Habitação e Urbanismo (LAHURB) da Universidade Federal do Paraná a fim de discutir, verificar e analisar as informações obtidas e as características desejadas para o sistema proposto. Além disso, a literatura encontrada sobre o assunto proporcionou conhecimentos adicionais que puderam ser discutidos e tratados para o entendimento da contexto do problema proposto.

Durante o levantamento das informações, foram observadas algumas dificuldades, principalmente no que diz respeito à linguagem utilizada, devido à multidisciplinaridade da proposta. A linguagem adotada pelos urbanistas teve que ser compreendida, assimilada, e quando necessário, adaptada para ser compreendida pelos profissionais de cartografia. Por outro lado, as idéias e propostas oriundas dos profissionais de cartografia tiveram que ser explicadas aos envolvidos no levantamento das informações. No entanto, a divisão do processo da engenharia de requisitos em etapas, de acordo com os métodos e técnicas amplamente utilizados por profissionais da área, facilitou a troca e construção de conhecimento de ambas as partes. Dessa forma, o levantamento as informações pôde ser realizado de maneira correta.

A partir das informações elicitadas, pôde-se verificar que a geoinformação já é tratada e utilizada no cálculo da Contribuição de Melhoria, mesmo sem o sistema proposto. Isso porque o processo de determinação do valor a ser cobrado é dependente de análises e informações espaciais. No entanto, com esta pesquisa, pôde-se determinar alguns elementos da geoinformação que são importantes para o projeto de sistemas de informação geográfica. A escolha entre ferramentas de SIG de código aberto e gratuitas pode ser atrativa do ponto de vista financeiro, já que o custo de licenças de softwares proprietários seria eliminado. A escolha das feições utilizadas pelo sistema deve ser feita junto com uma análise das bases de informação geográfica existentes, como o IBGE, as prefeituras municipais, e outras instituições que compõem a INDE, reduzindo custos de criação de uma base cartográfica própria para o sistema, mas atentando-se para variações e incoerências nas feições. As feições devem manter as relações topológicas e geométricas dos elementos que representam. Além disso, a definição de características das

informações, tais como sistema geodésico de referência, projeção cartográfica e o nível de detalhamento das informações visualizadas também precisa ser verificado em conjunto com as necessidades e objetivos dos usuários.

O entendimento das atividades realizadas pelo usuário do sistema contribuiu para a descrição formal dos requisitos, pois possibilitou identificar as características relacionadas às funcionalidades (requisitos funcionais) e separá-las das condições e restrições (requisitos não-funcionais) impostas por alguma característica da interação. Por exemplo, a característica de atualização dos dados não impede o funcionamento do sistema, no entanto restringe seu uso e os resultados. Já o acesso às informações cartográficas de referência é essencial para a funcionalidade do sistema. Outro exemplo é a definição do sistema geodésico de referência que, apesar de não estar relacionado com as funcionalidades do sistema, restringe sua utilização do sistema para a região abrangida pelo mesmo. No caso de o sistema ser proposto e utilizado em outra região, há a necessidade de se verificar o fuso UTM respectivo.

No que diz respeito à interação do usuário com o sistema, a identificação das características de geoinformação necessárias para o funcionamento das atividades requeridas possibilitou propor interfaces e visualizações voltadas para o uso específico desejado. As informações cartográficas visualizadas; as escalas de visualização; a simbologia utilizada; as análises de sistema geodésico e de projeção cartográfica; a origem e atualização dos dados; todos estes elementos, levantados a partir das necessidades dos usuários, contribuíram para a proposta das soluções em interação e compõem os requisitos necessários ao correto comportamento do sistema.

O documento dos requisitos apresentado não abordou todos os tópicos existentes no padrão ISO/IEC/IEEE. Focou-se nas características funcionais propostas para o sistema e naquelas relacionadas com a interação do usuário com o sistema. A consideração das características da geoinformação na documentação dos requisitos levou em conta seu papel no processo de utilização do sistema. Aqui cabe ressaltar a proposta de utilização do sistema nas audiências públicas de divulgação e notificação da cobrança, o que possibilita a participação dos proprietários no processo de definição da Contribuição de Melhoria. O sistema proposto, se

considerado como instrumento informativo, possibilita a visualização do mapa com os lotes beneficiados e com os valores definidos par cobrança, facilitando o entendimento da situação apresentada por parte da população. Isso, contribui para o uso da geoinformação na sociedade, e para uma participação ativa da população no desenvolvimento urbano.

Por fim, vale salientar que, nesta pesquisa, foi realizado apenas um levantamento inicial de requisitos. Não se tentou exaurir todas as possibilidades existentes ou todos os problemas que podem surgir no projeto das interfaces de um sistema de geoinformação. Análises mais aprofundadas sobre diferentes pontos abordados ainda são necessários, pois todo o levantamento das informações depende das necessidades dos usuários e daquilo que se propõe com o sistema a ser criado. Tratou-se da Contribuição de Melhoria conforme as necessidades e requisitos em interação dos usuários especialistas no assunto. Outros usuários em outros contextos podem apresentar pontos de vista diferentes que devem ser considerados na elaboração de projetos de sistemas de geoinformação. Foram desenvolvidas as interfaces das ferramentas utilizadas para a criação do projeto, para a inserção da área beneficiada e para a criação dos editais, bem como a incorporação das mesmas no QGIS. No entanto até o momento, as funcionalidades de cada interface ainda não foram implementadas.

Como recomendação para estudos futuros podemos apontar:

- A atividade de definição da área de influência da obra no sistema, que neste levantamento está considerada como externa ao sistema, deve ser incorporada ao processo de interação do usuário. Dessa forma, novas características e cálculos serão considerados;
- O cálculo dos valores de RCO e CVI que, nesta pesquisa, foram inseridos junto com a planilha da área de influência da obra, devem ser incorporados ao processo de cálculo do sistema, mediante consulta e atuação conjunta com os responsáveis por este cálculo;
- Considerar a utilização de raios não lineares na definição da área beneficiada, considerando, por exemplo, a utilização de *buffers* sobre o sistema viário;

- Implementar as interfaces das ferramentas criadas para a criação do projeto, para a inserção da área beneficiada e para a criação dos editais.
- Incorporar, no processo de edição das informações, a possibilidade de acesso a imagens de satélite (OpenStreetMaps, Google Maps, etc.), para auxiliar na visualização do local trabalhado;
- Avaliar vantagens e desvantagens de utilização do sistema em plataformas desktop ou web;
- A análise de outras ferramentas de SIG, como ArcGIS, gvSIG, GRASS, etc. pode ser realizada, acrescentando-se outras possibilidades para a proposta do sistema para as necessidades do usuários;
- Requisitos não abordados nesta pesquisa, como requisitos de desempenho, condições ambientais, características físicas, sustentação do ciclo de vida do sistema, de segurança do sistema, entre outros, podem apresentar características importantes e que venham a contribuir com o sistema proposto, ou pelo menos com a discussão do projeto do sistema. A incorporação destes requisitos no projeto do sistema pode trazer benefícios que afetem a interação do usuário com o sistema, e por isso devem ser considerados em pesquisas futuras;
- Para que a proposta de utilização do sistema em audiência pública seja colocada em prática, é preciso que a população seja considerada entre os envolvidos ativos no processo de engenharia de requisitos, sendo incluídas as suas necessidades para no projeto do sistema proposto.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. S. E. **I Ciclo de Palestras - Plano diretor de Campo Grande - Parte 01: Estatuto das Cidades**. Campo Grande, 2014.

BOLSTAD, P. **GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems**. White Bear Lake, MN: Eider Press, 2012.

BORGES, K. A. V., DAVIS Jr., C. A., LAENDER, A. H. F. Modelagem Conceitual de Dados Geográficos. In: CASANOVA, M. A., CÂMARA, G., DAVIS Jr., C. A., VINHAS, L., QUEIROZ, G. R. (Eds.) **Bancos de Dados Geográficos**. Curitiba (PR): EspaçoGeo, 2005, p. 93-146.

BORRERO OCHOA, O. **The effects of land policy on urban land prices in Bogotá**. Working Paper. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

BOURQUE, P.; FAIRLEY R.E. (eds.). **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)**. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 2014. Acessado em 16/05/2015. Disponível em : <http://www.swebok.org>

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília DF:Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 5.172/1966. **Código tributário nacional**. 2. ed. Brasília, DF. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. p.188, 2012.

BRASIL. Decreto-Lei n. 195 de 24 de Fevereiro de 1967. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1 - 27 fev 1967, p. 2347. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0195.htm. Acesso em maio 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. - **Estatuto da Cidade**. Acesso em 17/05/2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm.

BRASIL. STN - Secretaria do Tesouro Nacional. **Finanças do Brasil - dados contábeis dos municípios**. Disponível em www.tesouro.fazenda.gov.br/.

BROWN, M. *et al.*, Usability of geographic information: current challenges and future directions. **Applied Ergonomics**, v. 44 n. 6, p.855–865, 2013.

BRUS, J.; DOBESOVA, Z.; KANOK, J. Knowledge for expert systems in cartography. In: **Proceedings of Symposium GIS Ostrava 2010**, Technical University of Ostrava, Ostrava, Czech Republic, 2010

BRUS, J.; DOBESOVA, Z.; KANOK, J.; PECHANEC, V. Design of Intelligent System in Cartography. In: **Proceedings of 9th RoEduNet IEEE international conference**, p. 112-117, 2010.

CÂMARA, G. CASANOVA, M. A. HEMERLY, A. S. MAGALHÃES, G. A. MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 10a. Escola de Computação. Campinas. Instituto de Computação - UNICAMP. 1996. 197p.

CAMPO GRANDE. **Lei 1.466, 26 de Outubro de 1973 - Código Tributário Municipal**. Campo Grande.

CAMPO GRANDE. **Decreto Municipal 9.674, 10 de Julho de 2006**. Disponível em: <http://www.fiscosoft.com.br/g/32i3/decreto-do-municipio-de-campo-grandems-n-9674-de-10072006>.

CARNEIRO, A. F. T. Capítulo 3 - Da Cartografia Cadastral. In: CUNHA, M. P.; ERBA, D. A. (Eds.) **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

CLARKE, A. L. **GIS Specification, Evaluation, and Implementation**. In: Maguire, D. J, M. F. Goodchild, and D. W. Rhind (Eds.), *Geographic Information Systems: Principles and Applications* (New York: John Willey & Sons), 1, 477-488, 1991. Acessado em: 24/10/2014. Disponível em: <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/volumes.html>

DE CESARE, C. O Cadastro como Instrumento de Política Fiscal. In: ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F. L.; LIMA JUNIOR, P. N. (Eds.) **Cadastro Multifinalitário como Instrumento de Política Fiscal e Urbana**. Rio de Janeiro, p.41-71, 2005.

DSG - **Manual técnico - Convenções Cartográficas (2ª parte)**. Catálogo de Símbolos. 2 ed., 2000. Acessado em: 25/01/2016. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/index.php/component/content/category/52-normastecnicas>

DYKES, J.; WOOD, J. Rethinking map legends with visualization. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, 16, pp. 890–899, 2010.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S.B. **Fundamentals of Database Systems**. 6th ed. Addison-Wesley (2011)

FIG - The International Federation of Surveyors. **The FIG Statement on the Cadastre**. ISBN 0-644-4533-1. Acessado em: 18/01/2016. Disponível em: <http://www.fig.net/resources/publications/figpub/pub11/figpub11.asp#2>.

GREEN, D.R. Wherefore art thou cartographer? Your GIS needs you! In: **Congresso da Associação Cartográfica Internacional – ICA 16.**, Colônia, Alemanha. Anais.

Deutsche Gesellschaft fur Kartographie. Bielefeld, p. 1011-1025, 1993. Acessado em 24/10/2014. Disponível em: http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC1993/icc1993_volume2_part2.pdf

HAKLAY, M.; CHAO Li, L. 2010. Single user environments: desktop to mobile. In: HAKLAY, M. (ed) **Interacting with geospatial technologies**, pp. 223–243, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2010.

HULL, E.; JACKSON, K. and DICK, J. **Requirements Engineering**, 2nd edition, Springer, 2005. Acessado em 24/10/2014. Disponível em: <http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb138335>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Acessado em: 04/01/2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área Territorial Brasileira**, 2010. Acessado em: 04/01/2016. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm

IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers **Glossary of Software Engineering Terminology**. IEEE Std 610.12–1990, New York, USA, 1990.

IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers **IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications**. IEEE Std 1233-1998, New York, USA, 1998.

IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers **IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications**. IEEE Std 830–1998, New York, USA, 1998.

ISO/IEC/IEEE Std29148-2011. **System and software engineering - life cycle processes - Requirements engineering**. DOI: [10.1109/IEEESTD.2011.6146379](https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2011.6146379) p.94 2011.

KRAAK, M. J.; BROWN, A. **Web Cartography - Developments and Prospects**, Taylor and Francis, Londres, 2001.

KRAAK, M. J.; ORMELING, F. **Cartography - Visualization of Spatial Data**, 3ª ed., Prentice Hall, Essex, 2010.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering: Process and Techniques**. John Wiley and Sons Ltda. England, 1998.

LLOYD, D. **Evaluating human-centered approaches for geovisualization**. PhD thesis, City University London, 2009.

LOCH, C. Cadastro Multifinalitário - Instrumento de Política Fiscal e Urbana. In: ERBA, D. A.; OLIVEIRA, F. L.; LIMA JUNIOR, P. N. (Eds.) **Cadastro Multifinalitário como Instrumento de Política Fiscal e Urbana**. Rio de Janeiro, p.73-101, 2005.

MAGUIRE, M. C. Methods to support human-centred design. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 55, n. 4, p.587-634, 2001.

MCMMASTER, R. B.; SHEA, K. S. **Generalization in Digital Cartography**. 1.ed. Washington: Association of American Geographers, 1992.

MULLER, J. C.; WANG, Z. Area-Patch Generalisation: A Competitive Approach. **The Cartographic Journal**, 29(2): 137-144, 1992.

NASA-National Aeronautics and Space Administration (2007). **NASA Systems Engineering Handbook**, NASA/SP-2007-6105, Rev1, USA.

NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. Requirements Engineering: A Roadmap. In: **Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering (ICSE '00)**. ACM. New York, USA, p. 35-46, 2000.

OLIVEIRA, F. H. Capítulo 2 - Do cadastro Territorial Multifinalitário. In: CUNHA, M. P.; ERBA, D. A. (Eds.) **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

OSGEO - **Open Source Geospatial Foundation**: your Open Source Compass. Acessado em: 10/01/2016. Disponível em: <http://www.osgeo.org/>

PEREIRA, G.; SILVA, J. M.; PEDROZO, A.; COELHO, A.; BRANDENBURG, E.; SOFFIATTI, R. **Recuperação de mais valias urbanas por meio de Contribuição de Melhoria - O caso do Paraná, Brasil entre os anos 2000 e 2010**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2013.

PEREIRA, G. (org.); GOELZER, J.; MILANO, J.; PEICHÓ, A.; SILVA, J. **Manual para Implementação da Contribuição de Melhoria**. Curitiba, UFPR/CNPq/LILP, 2014.

PHILIPS, J. Capítulo 1 – Das Disposições Gerais. In: CUNHA, M. P.; ERBA, D. A. (Eds.) **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação, instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

QGIS Project **QGIS User Guide**. Versão 2.6, 2015. Disponível em: <http://www.qgis.org/en/site/>

REYES, F. **El sistema de valorización y sus implicaciones económicas**. Tese. Bogotá, Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 1980.

ROBERTSON, S.; ROBERTSON, J. **Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right**. 3ª edição, Addison-Wesley Professional, Westford/Massachusetts, 2012.

ROSS, D. T.; SCHOMAN JR., K. E. Structred Analysis for Requirements Definition. **IEEE Transaction on Software Engineering**, SE-3, p.6-15, 1977.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **The Unified Modeling Language Reference Manual** 1st Edition. 1999, Addison-Wesley

SANDRONI, P. **Captura de Mais Valias Urbanas em São Paulo através do binômio Solo Crado/Outorga Onerosa: Análise do impacto do coeficiente de aproveitamento básico como instrumento do Plano Diretor de 2002**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2011.

SEMADUR - **Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano**. Prefeitura de Campo Grande. Disponível em: <http://www.pmcg.ms.gov.br/SEMADUR>

SILVA, J. M.; PEREIRA, G. **Contribuição de Melhoria em Campo Grande: Processo e Resultados**. Relatório de Pesquisa. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2015.

SLUTER, C. R.; van ELZAKKER, C.P.J.M.; IVÁNOVÁ, I. Requirements elicitation for geo-information solutions. In: **The Cartographic Journal**, The British Cartographic Society. DOI: [10.1179/1743277414Y.0000000092](https://doi.org/10.1179/1743277414Y.0000000092) 2014.

SMOLKA, M. O. **Recuperação de Mais-Valias Fundiárias na América Latina: Políticas e Instrumentos para o Desenvolvimento Urbano**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy; Brasília: Ministério das Cidades, 2014.

SOMMERVILLE, I. **Integrated Requirements Engineering: A Tutorial**. IEEE Software, p.16-23, 2005.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. 9th edition, Boston: Pearson Education, 2011.

SOMMERVILLE, I.; SAWYER, P. **Requirements Engineering: A Good Practice Guide**. John Wiley & Sons, UK, 1997.

VILLAMIL, I. D. **An Analysis of the Use of Valorization in Bogotá**. Tese de Mestrado em Planejamento Regional. Ithaca, NY: Cornell University, 2000.

van VLIET, H. **Software Engineering: Principles and Practice**. John Wiley and Sons Ltda, 2007.

WIERINGA, R. J. **Requirements Engineering: Frameworks for Understanding**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1996.

YONGXIANG, C.; ZHONGYU, H. Research On The Formalization Description Of User Requirement In Gis Demand-Based Services. **International Conference on Audio Language and Image Processing (ICALIP)**, Shangai, 2010.

YUN, L.; YUFEN, C. Enhance the usability of cartographic visualization system by user-centered interface design. In: **4th International Congress on Image and Signal Processing (CISP)**, IEEE, p.2061-2065, Shanghai, 2011.

APÊNDICE 1 - DOCUMENTAÇÃO DOS REQUISITOS

Requisitos segundo o padrão ISO/IEC/IEEE 29148:2011

1. INTRODUÇÃO

1.1 Propósito do sistema

O sistema tem como propósito auxiliar os usuários (técnicos da prefeitura de Campo Grande/MS) no cálculo da Contribuição de Melhoria (CM), utilizada como instrumento de recuperação de mais-valia fundiária urbana. Para isso, o sistema busca fornecer os valores de CM a serem cobrados dos proprietários que se encontram na área beneficiada por determinada obra de infraestrutura, agrupando os processos envolvidos de cálculo e delimitação dos envolvidos, e suprimindo a falta de conhecimento cartográfico especializado por parte dos usuários.

1.2 Escopo do sistema:

O sistema tem por objetivo auxiliar no cálculo da Contribuição de Melhoria. Para realizar este objetivo, o sistema vai permitir:

- criação do projeto referente à determinada obra trabalhada;
- edição e, assim, inserção da obra no sistema;
- inserção da área de influência (lotes beneficiados pela cobrança) e das informações de valores referentes a estes lotes;
- operação de *Table Join* da tabela da feição (espacial) dos lotes, proveniente do cadastro urbano, e da planilha (não espacial) com os lotes beneficiados;
- apresentação, em audiência pública, das informações referentes aos lotes beneficiados, para conhecimento e identificação dos proprietários envolvidos;
- criação das tabelas com as informações a serem utilizadas nos editais de divulgação e de lançamento.

Dentro do contexto de aplicação do sistema, algumas ações não vão ser realizados pelo mesmo. São elas:

- definição do valor total a ser recuperado com a Contribuição de Melhoria;
- definição da área de influência;
- levantamento do valor dos imóveis antes e depois da obra;
- cálculo da valorização imobiliária;
- cálculo do rateio do custo da obra;
- criação dos editais de notificação e de lançamento.

Estas ações excluídas das funcionalidades serão executadas por outras partes envolvidas com as políticas de gestão urbana do município, e devem ser repassadas ao usuário do sistema, para que sejam incorporadas ao processo de cálculo e determinação da Contribuição de Melhoria.

1.3 Visão geral do sistema

1.3.1 Contexto do sistema:

A mais-valia fundiária se refere à valorização da terra resultante de um investimento em infraestrutura realizado pelo governo (União, estado ou município). Quando uma obra pública de infraestrutura (construção de praças e parques; calçamento; projetos de arborização; construção de pontes, viadutos, trincheiras, passarelas e túneis; metrô e terminal de ônibus; abertura, alargamento e pavimentação de estradas e vias; sistemas de canalização e drenagem; esgotos pluviais; saneamento básico; redes de abastecimento de água e esgoto, etc. DECRETO-LEI nº195/67) é realizada, os lotes, principalmente privados, que se encontram nas imediações tendem a ser valorizados em virtude da disponibilização deste novo serviço (SMOLKA, 2014, p.4). Essa valorização, que não teve

participação ativa do proprietário do lote privado, não é justa, pois um investimento público deveria produzir benefícios públicos. Por isso, a recuperação dessa valorização é essencial para financiar e possibilitar novas obras, além de promover maior igualdade social (SMOLKA, 2014, p.59). Por recuperação de mais-valias fundiárias entende-se o retorno à sociedade da totalidade ou parte desses investimentos públicos em infraestrutura, através de taxas, tributos, ou outros instrumentos previstos na legislação brasileira. Um desses instrumentos utilizados para realização da recuperação de mais-valias fundiárias é a chamada Contribuição de Melhoria (CM).

A Contribuição de Melhoria é um tributo cuja fato gerador (ou seja, a razão de sua cobrança) é o “acréscimo do valor do imóvel localizado nas áreas beneficiadas direta ou indiretamente por obras públicas” (BRASIL/Decreto-Lei 195, 1967). Apesar de ser cobrada desde o século XIX no Brasil e de estar embasada na legislação brasileira (Constituição Federal, Código Tributário Nacional, Estatuto da Cidade, Decreto-Lei 195/1967, Códigos Tributários Municipais, Decretos Municipais), a Contribuição de Melhoria ainda é pouco utilizada no país: PEREIRA *et al.*, (2013, p.11) apontam que, no período de 2000-2010, a arrecadação de CM no Brasil representou apenas 1% do total arrecadado com tributos e impostos imobiliários, tais como IPTU e ITBI (79% e 20%, respectivamente). SMOLKA (2014, p.26-30), apresenta alguns fatores que podem justificar esta baixa porcentagem de utilização da Contribuição de Melhoria: dificuldade na definição da área beneficiada e na identificação de todos os lotes envolvidos; dificuldade na definição do valor a ser cobrado; problemas na distribuição correta do valor a ser cobrado entre todos os lotes (de acordo com o grau de acesso ao benefício). Estes elementos, somados com as diversas fontes tributárias da legislação brasileira e o desconhecimento das práticas e métodos por parte dos gestores públicos, contribuem para o escasso uso da CM no país.

No município de Campo Grande/MS, a cobrança da Contribuição de Melhoria está regulamentada desde Julho de 2006, pelo Decreto Municipal nº9674 (CAMPO GRANDE, 2006). Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, possui população de 786.797 habitantes, segundo censo de 2010, e se estende por uma área de 8.096,00 km². Entre 2000 e 2012, o valor arrecadado com impostos (IPTU, ITBI e ISS) no município foi de 2.724.306.632,54 reais, o que equivale a 82.70% da

receita tributária do município no período (SILVA e PEREIRA, 2015). Com relação à Contribuição de Melhoria, o valor arrecadado no mesmo período foi de 1,25% da receita tributária municipal, o equivalente a 41.083.953,10 reais. Esta porcentagem, se comparada com os outros tributos, tem pouca representatividade na arrecadação municipal (SILVA e PEREIRA, 2015).

O valor da Contribuição de Melhoria é definido como sendo o menor entre dois valores: o Cálculo da Valorização Imobiliária (CVI), ou o Rateio do Custo da Obra (RCO) (PEREIRA *et al.*, 2013, p.4). O CVI representa o quanto determinado lote valorizou com a disponibilização de um novo serviço, e é calculado pela diferença entre os valores dos lotes antes e depois da obra. Estes valores do imóvel antes e depois da obra são obtidos através das características do lote (área, testada, etc.) e da Planta Genérica de Valores Imobiliários do município, que por sua vez fornece o preço do metro quadrado na região.

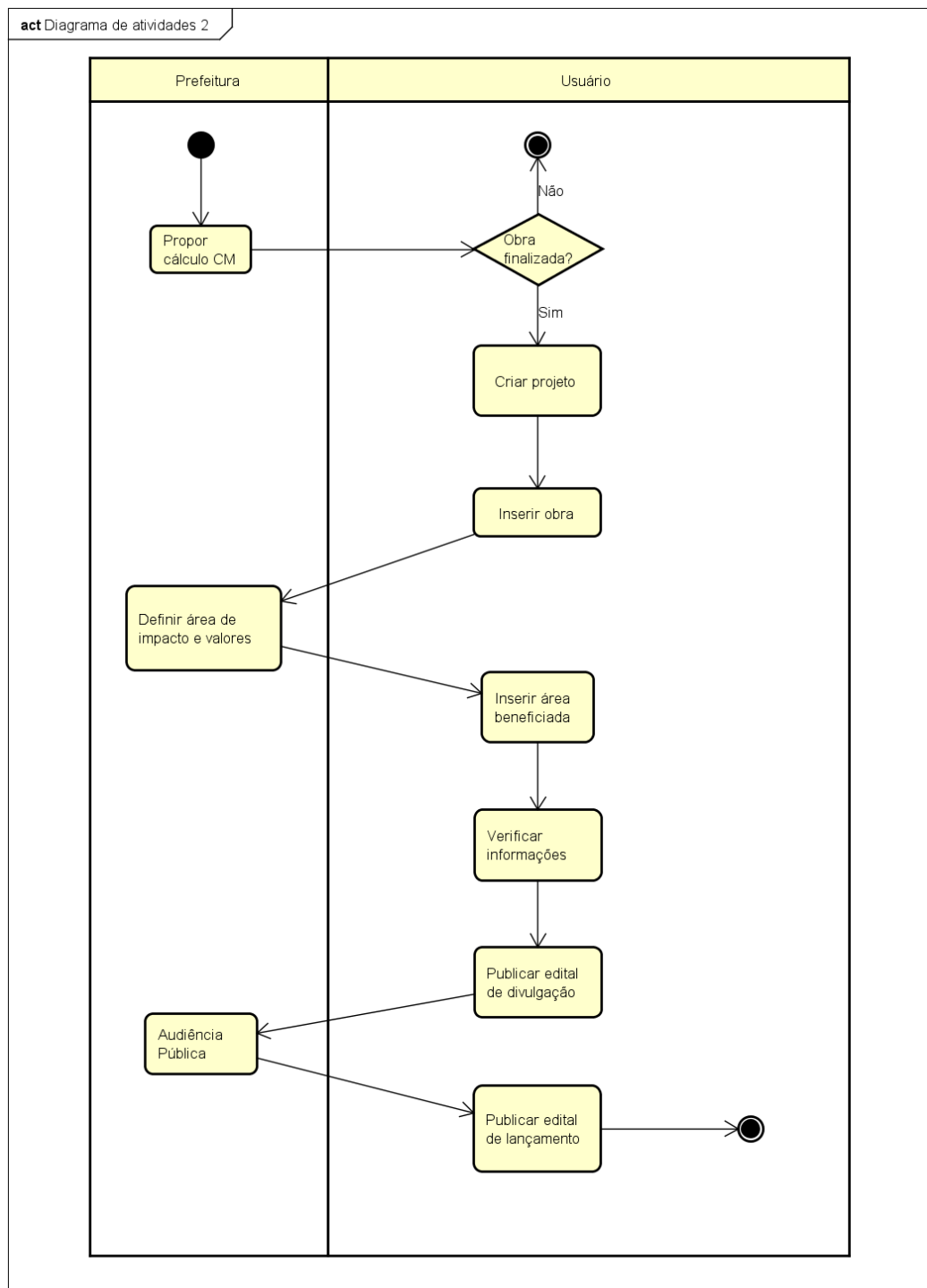
Já o RCO representa a divisão do custo da obra entre todos os lotes envolvidos, de acordo com critérios como as suas características físicas e a proximidade com a obra. O RCO pode incidir sobre o valor total da obra ou sobre uma porcentagem, determinada pelo Poder Público, que fica responsável pelo restante do custo.

Para se chegar aos dois valores e, em seguida, no valor de contribuição a ser cobrado, é preciso determinar a área de influência da obra, que representa todos os lotes beneficiados direta ou indiretamente por ela. Essa área de influência depende do tipo da obra. Obras de influência linear, como a pavimentação ou abertura de uma via, por exemplo, produzem uma área de influência longitudinal a esta obra, sendo que os lotes afetados são aqueles que possuem testada para a obra. No caso de obras de influência radial, como por exemplo a construção de uma praça ou parque, a área beneficiada abrange os lotes situados dentro de um raio de influência determinado pelo tipo da obra. Além disso, são considerados isentos da Contribuição de Melhoria: imóveis de propriedade do Poder Público; imóveis pertencentes a templos de qualquer culto e a residências pastorais de propriedade das igrejas; imóveis integrantes do patrimônio dos partidos políticos; imóveis de propriedade de instituições de educação e de assistência social; contribuintes proprietários de um único imóvel, rural ou urbano, que residam no mesmo e que não

apresentem capacidade financeira para o pagamento do tributo (PEREIRA *et al.*, 2014, p.6).

Assim, com a definição da área de influência, segue-se o cálculo do RCO e o CVI, para depois ser definido o menor valor entre eles e, assim, determinado o valor a ser cobrado. A escolha do menor valor entre o CVI e o RCO segue o seguinte raciocínio: o limite máximo que um proprietário deve pagar corresponde à valorização de seu imóvel. Além disso, o valor total arrecadado não pode ultrapassar o custo da obra (total ou parcial) a ser recuperado. Se o menor valor for a valorização, isso garantirá que o total arrecadado não exceda o custo da obra; e se o menor valor for o rateio do custo da obra, isso garante que o proprietário não pagará mais do que a valorização de seu imóvel.

O processo de cálculo da Contribuição de Melhoria é dividido em diferentes atividades (Figura 25). Ao final destas atividades lança-se o edital de divulgação, agrupando as informações e valores calculados, para que possam ser apresentados aos proprietários em audiência pública. Com a audiência, são apresentados os valores e definem-se os proprietários que não possuem condições financeiras de efetuar o pagamento da Contribuição de Melhoria, sendo estes considerados isentos. O último passo do processo é a emissão do edital de lançamento, com todos os envolvidos e apresentando os pagantes e isentos.



powered by Astah

Figura 25: Diagrama de atividades.
(Fonte: o autor)

1.3.2 Funções do sistema:

O sistema está dividido em quatro funções principais, de acordo com as atividades realizadas pelos usuários do sistema: criação do projeto e inserção da

obra no sistema; inserção dos lotes beneficiados, e dos valores já calculados; emissão do edital de divulgação e audiência pública; e consolidação e divulgação da planilha do edital de lançamento. Estas quatro etapas são sequenciais, dependentes entre si, e tem como objetivo produzir informações relevantes que serão agrupadas e apresentadas aos proprietários dos lotes beneficiados em reuniões posteriores. Na sequência, cada uma destas etapas será detalhada, de maneira a ser compreendida e, assim, introduzir os requisitos apresentados mais adiante.

Ao acessar o sistema, e antes de executar qualquer função e tarefa, o usuário deve ver na tela as seguintes informações:

- limite do perímetro urbano;
- divisa de bairros (com o nome);
- cursos d'água;
- área verde.

Estas informações são apresentadas na escala 1:150.000, que possibilita ver inteiramente o limite urbano do município. Esta visualização inicial serve para apresentar ao usuário a área total trabalhada. A seguir, as atividades e interações do usuário com o sistema podem ser realizadas, alterando esta visualização.

- Novo projeto e inserção da obra no sistema

Nesta primeira interação com o sistema, o usuário tem por meta criar um projeto referente à obra de infraestrutura, da qual deseja realizar a cobrança da Contribuição de Melhoria. Neste contexto, a interação do usuário pode ser dividida em três operações junto ao sistema (Figura 10, repetida abaixo): criar um projeto, visualizar o mapa do município, e inserir a obra em questão no sistema.

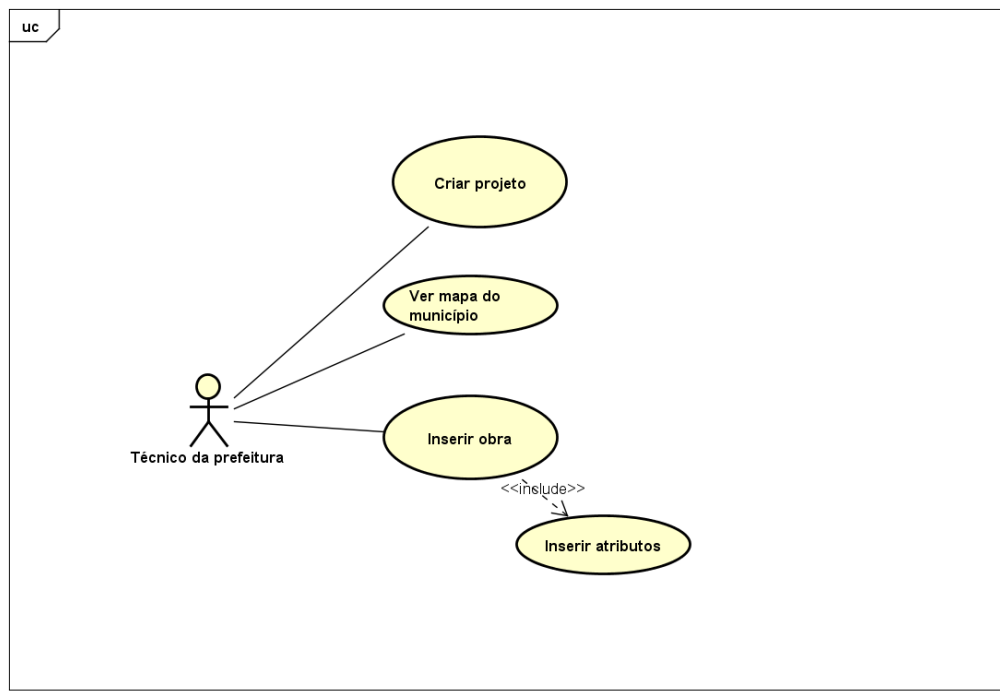


Figura 10: Criação do projeto e inserção da obra.
(Fonte: o autor).

O processo de iniciar um novo projeto depende da confirmação da finalização da obra: o cálculo e cobrança da Contribuição de Melhoria só podem ser feitos se a obra estiver oficialmente finalizada e seu custo final definido. Assim, o usuário pode criar um projeto através da função **Criar Projeto** criada para este fim (Figura 12, repetida abaixo), inserindo as informações necessárias para correta identificação do mesmo:

- Nome da Obra;
- Tipo de obra:
 - Abertura, alargamento e pavimentação de vias;
 - Construção de praças e parques;
 - Construção de pontes, viadutos, trincheiras, passarelas, túneis; e
 - Construção de sistemas subterrâneos de transporte.
- Custo da Obra
- Localização:

- pelo bairro;
- pelo endereço.

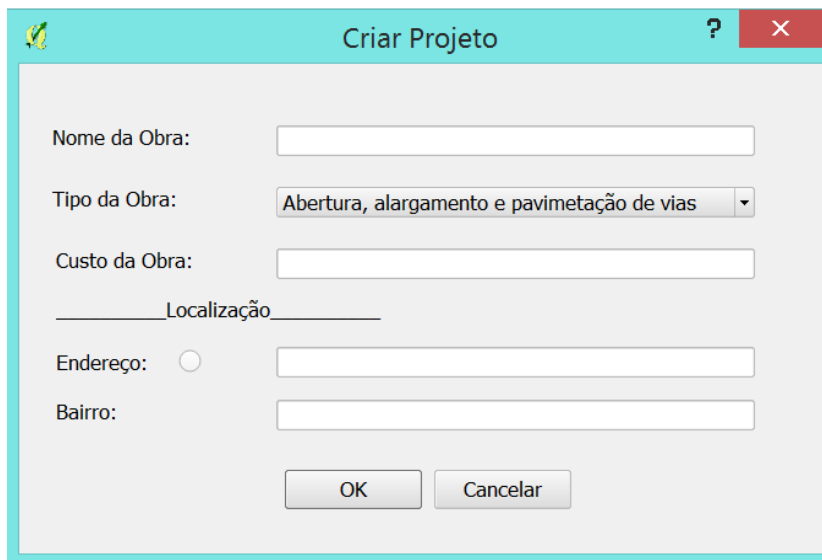


Figura 12: Interface de criação do projeto.
(Fonte: o autor).

Na sequência, para poder inserir/editar a feição da obra no sistema, o usuário necessita localizá-la. Esta localização pode ser feita de duas formas, de acordo com a informação de localização inserida anteriormente: pelo bairro, ou pelo endereço. A localização pelo bairro é feita através de um conjunto de aproximações da visualização do mapa, nas escalas 1:50.000, 1:10.000 e 1:1.000. Estas aproximações servem para que o usuário possa localizar visualmente no mapa a região de execução da obra. Abaixo são descritas as informações cartográficas apresentadas em cada escala:

- Escala 1:50.000
 - Limite do perímetro urbano;
 - Divisa de Bairros (com nomes);
 - Cursos d'Água;
 - Áreas verdes;
 - Quadras
 - Obra se houver;
 - Área beneficiada se houver.
- Escala 1:10.000

- Limite do perímetro urbano;
 - Divisa de Bairros (com nomes);
 - Cursos d'Água;
 - Áreas verdes;
 - Quadras;
 - Lotes
 - Obra se houver;
 - Área beneficiada se houver.
- Escala 1:1.000
 - Limite do perímetro urbano;
 - Divisa de Bairros;
 - Arruamento (com logradouros)
 - Cursos d'Água;
 - Áreas verdes;
 - Quadras;
 - Lotes
 - Obra se houver;
 - Área beneficiada se houver.

Já a localização da obra pelo endereço é feita por uma aproximação na escala 1:1.000 do endereço inserido, e são apresentadas as informações listadas acima.

Em seguida, o usuário insere a obra no sistema pela função **Inserir Obra**, editando-a com auxílio das informações de referência cartográfica. A forma de inserção da obra depende do tipo da obra trabalhada. A edição da obra pode ser feita por linhas ou áreas, de acordo com o tipo da obra definido na etapa de criação do projeto. O sistema deve possibilitar que o usuário transite entre as escalas 1:50.000, 1:10.000 e 1:1.000 na inserção da obra no sistema, propiciando diferentes aproximações se necessário.

A obra inserida pode ser salva e, dessa forma a próxima etapa pode ser realizada.

- Inserção dos lotes beneficiados

Nesta segunda função do sistema, o objetivo é inserir os lotes beneficiados com a obra, delimitando a área de influência trabalhada. O usuário, utilizando as informações criadas anteriormente (obra trabalhada), e a partir de dados recebidos pelo Poder Público, realiza a delimitação da área de influência no sistema. Para isso, ele precisa: selecionar o projeto a ser trabalhado, visualizar o mapa do município, visualizar a obra trabalhada e inserir a área de influência.(Figura 17, repetida abaixo).

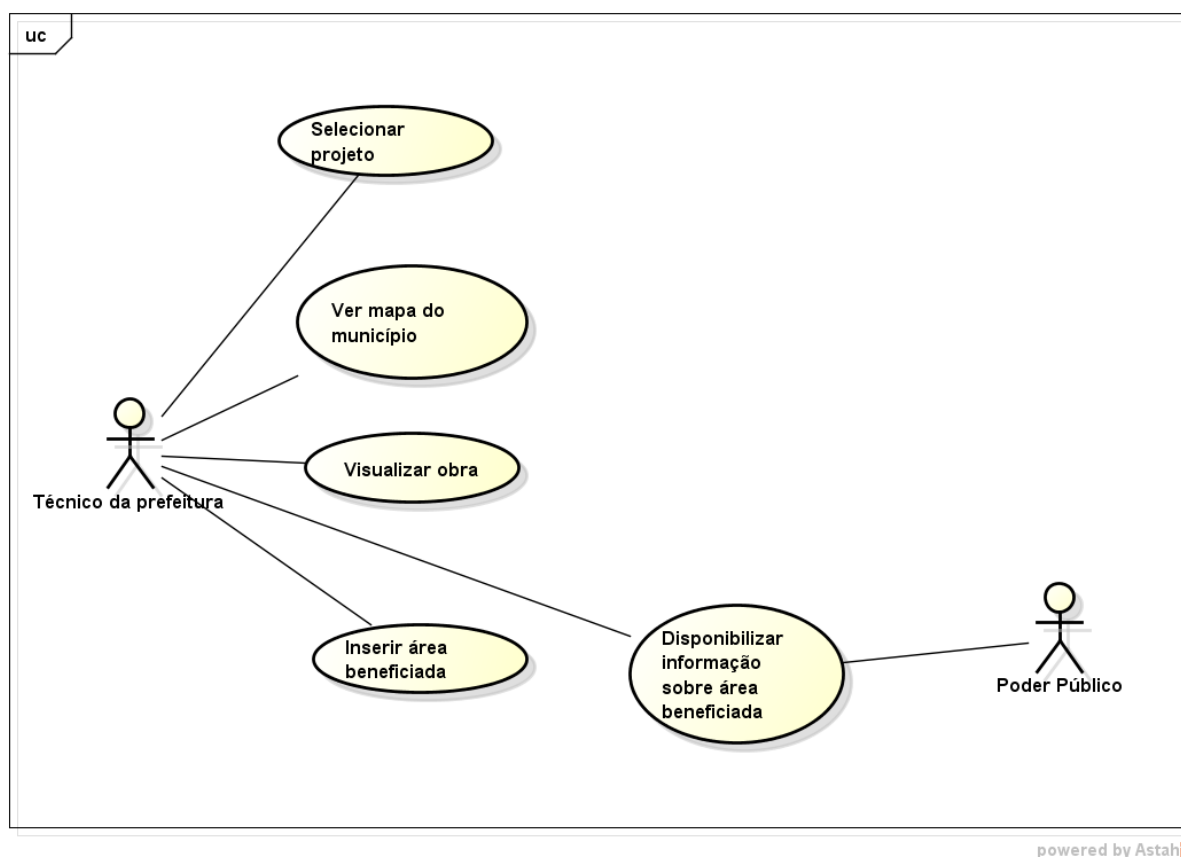


Figura 17: Inserir área beneficiada.
(Fonte: o autor).

A primeira etapa dessa atividade, selecionar o projeto a ser trabalhado, permite ao usuário acessar as informações já obtidas para esse mesmo projeto, como a feição da obra, o tipo da obra, sua localização e o custo da obra. Além disso, a seleção do projeto permite maior segurança e controle ao utilizar o sistema, garantindo que as informações trabalhadas pertencem a um mesmo projeto. Com esta seleção, o sistema apresenta a visualização da obra na escala 1:10.000, centrando esta visualização na obra trabalhada e apresentando as informações cartográficas referentes a esta escala.

Como já mencionado, a definição da área beneficiada depende do tipo da obra realizada. Estas informações da área de influência serão recebidas do Poder Público para que sejam inseridas no sistema. As informações dos lotes beneficiados é repassada ao usuário em uma planilha de dados não espaciais, contendo:

- o identificador dos lotes, que possibilita associar as informações a um elemento físico do terreno, representado na feição dos lotes;
- a área do lote, em metros quadrados;
- o proprietário do lote, podendo ser público ou privado;
- o preço do lotes antes da obra;
- a porcentagem de valorização do imóvel;
- o preço do lote após a obra;
- a valorização do imóvel;
- o valor do rateio do custo da obra;
- o valor da Contribuição de Melhoria;
- para obras de influência radial, é preciso que conste na planilha em qual raio de influência da obra o lote se encontra.

Assim, o usuário precisa, por meio do sistema, realizar uma operação de junção de tabelas através da função **Inserir Área Beneficiada** (Figura 19, repetida abaixo), que vai associar um identificador comum (identificador dos lotes) entre a planilha não espacial dos lotes beneficiados, recebida do Poder Público, e a tabela de atributos da feição dos lotes municipais. Assim, será criada uma feição dos lotes beneficiados georreferenciados, com as informações cadastrais provenientes da feição dos lotes e as informações sobre os cálculos dos valores para Contribuição de Melhoria.

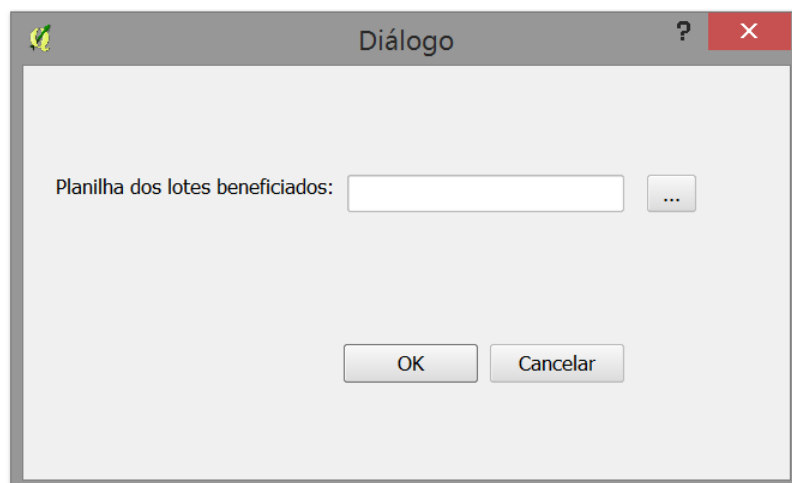


Figura 19: Interface de inserção da área beneficiada
(Fonte: o autor).

Esta nova feição criada deve ser apresentada ao usuário, na escala de visualização 1:10.000, com as informações de referência definidas para esta escala. No caso das obras de influência radial, estes lotes beneficiados devem ser apresentados de maneira que se tenha conhecimento das diferenças dos valores pagos, de acordo com os raios de influência da obra.

Com a definição da obra, o editais de divulgação e de lançamento podem ser trabalhados e a audiência pública pode ser realizada.

- Edital de divulgação e audiência pública

A próxima função do sistema, realizada pelo usuário, tem por objetivo agrupar as informações geradas para serem apresentadas em audiência pública junto aos proprietários dos lotes beneficiados. Nesta audiência, as informações devem ser visualmente apresentadas aos proprietários, mostrando a localização de cada lote beneficiado, os valores associados a este lote e a Contribuição de Melhoria a ser cobrada. A visualização das informações deve ser feita na escala 1:10.000, com a possibilidade de aproximação em 1:1.000, individualizando cada caso e lote.

Nos casos de obras de influência radial, a visualização dos diferentes raios de influência da obra devem ser apresentados, contribuindo para o entendimento das informações. Ainda, na audiência devem ser identificados os proprietários que não possuem capacidades financeiras de arcar com o pagamento da Contribuição de Melhoria; estes serão considerados isentos. Esta dinâmica conjunta entre o sistema e a população contribui para a inserção e o interesse da população no processo de

cálculo e cobrança da Contribuição de Melhoria. A partir desta audiência, a Contribuição de Melhoria pode ser cobrada.

- Consolidação da planilha - edital de lançamento

Com a audiência pública e a definição do lotes isentos por questões financeiras, a última atividade realizada consiste em verificar as informações geradas e emitir a planilha que será utilizada no edital de lançamento, por meio da função **Emissão de Edital** (Figura 22, repetida abaixo). O usuário deve verificar e analisar as informações geradas, garantindo que todos os dados estejam corretamente inseridos e de acordo com a audiência pública realizada.

Figura 22: Interface de emissão de editais
(Fonte: o autor).

Por fim, o usuário deve salvar estas informações em uma planilha em formato .ods (OpenOffice) ou .xls (Excel).

1.3.3 Características do usuário:

Os usuários identificados para o sistema são técnicos e gestores urbanos da prefeitura de Campo Grande, que tem por objetivo realizar o cálculo da Contribuição

de Melhoria para lotes localizados na área de influência de obras de infraestrutura realizadas pelo Poder Público municipal.

2. REFERÊNCIAS:

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília DF:Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 5.172/1966. **Código tributário nacional**. 2. ed. Brasília, DF. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. p.188, 2012.

BRASIL. Decreto-Lei n. 195 de 24 de Fevereiro de 1967. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1 - 27 fev 1967, p. 2347. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0195.htm. Acesso em maio 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. - **Estatuto da Cidade**. Acesso em 17/05/2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm.

BRASIL. STN - Secretaria do Tesouro Nacional. **Finanças do Brasil - dados contábeis dos municípios**. Disponível em www.tesouro.fazenda.gov.br/.

CAMPO GRANDE. **Lei 1.466, 26 de Outubro de 1973 - Código Tributário Municipal**. Campo Grande.

CAMPO GRANDE. **Decreto Municipal 9.674, 10 de Julho de 2006**. Disponível em: <http://www.fiscosoft.com.br/g/3213/decreto-do-municipio-de-campo-grandems-n-9674-de-10072006>.

NASA-National Aeronautics and Space Administration (2007). **NASA Systems Engineering Handbook**, NASA/SP-2007-6105, Rev1, USA.

PEREIRA, G. ; SILVA, J. M. ; PEDROZO, A. ; COELHO, A. ; BRANDENBURG, E. ; SOFFIATTI, R. **Recuperação de mais valias urbanas por meio de Contribuição de Melhoria - O caso do Paraná, Brasil entre os anos 2000 e 2010**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2013.

SILVA, J. M.; PEREIRA, G. **Contribuição de Melhoria em Campo Grande: Processo e Resultados**. Relatório de pesquisa. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2015.

SMOLKA, M. O. **Recuperação de Mais-Valias Fundiárias na América Latina: Políticas e Instrumentos para o Desenvolvimento Urbano**. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy; Brasília: Ministério das Cidades, 2014.

3. REQUISITOS DO SISTEMAS

3.1 Requisitos funcionais

Esta seção apresenta os requisitos que dizem respeito às características fundamentais de funcionalidade do sistema.

✓ *Acessar banco de dados geográfico (R. f)*

Descrição: O sistema deve ter acesso ao banco de dados geográfico, onde devem estar armazenadas as informações geográficas de referência:

- Limite do perímetro urbano
- Divisa de Bairros
- Cursos d'Água
- Áreas verdes
- Lotes
- Arruamento
- Quadras

Razão: O banco de dados geográficos tem por objetivo armazenar as informações geográficas e seus atributos.

✓ *Feições da obra e dos lotes beneficiados*

Descrição: O sistema deve prever, em momentos específicos de uso, a criação da obra (seja de influência linear ou de influência radial) e da área beneficiada, e o armazenamento destas informações no banco de dados.

Estas feições são:

- Obra de influência linear
- Obra de influência radial
- Área beneficiada (linear)
- Área beneficiada (radial)

Razão: As informações sobre a obra e a área beneficiada serão inseridas no sistema nas etapas de Inserção da obra e Inserção da área beneficiada.

Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*

✓ *Acesso ao sistema - Ver mapa do município (R. f)*

Descrição: Ao entrar no sistema, o mesmo deve apresentar o mapa do município, com as informações de referência (base cartográfica) relevantes para correta localização inicial na escala 1:150.000.

Razão: Visualização inicial do município trabalhado

Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Acessar banco de dados geográfico*; *Escala de visualização 1:150.000*.

✓ *Criar projeto (R. f)*

Descrição: O sistema deve permitir a criação de um projeto. As informações necessárias para a criação do projeto são: o nome do projeto (nome da obra), o tipo da obra trabalhada, o custo da obra e a localização da obra: que pode ser por bairro ou por endereço.

Razão: As informações sobre uma mesma obra trabalhada devem estar associadas em um mesmo projeto.

- ✓ *Acessar um projeto (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir a busca e acesso a qualquer projeto trabalhado.
Razão: Diferentes usuários podem acessar os diferentes projetos já realizados ou que estão sendo trabalhados.
- ✓ *Recuperação de dados de projeto (R. f)*
Descrição: Quando um projeto for selecionado, o sistema deve permitir ao usuário acesso às informações criadas anteriormente para este projeto (obra e área beneficiada).
Razão: Recuperação das informações geradas.
- ✓ *Visualização de projeto carregado (R. f)*
Descrição: Ao ser acessado/carregado um projeto, o sistema deve utilizar a localização inserida (requisito Criar Projeto) para aproximar a visualização na escala 1:10.000, com as informações relevantes nesta escala. As informações de obra e da área beneficiada devem ser apresentadas, se estiverem disponíveis.
Razão: Facilidade de identificação da região trabalhada.
Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Criar Projeto*
- ✓ *Salvar informações de projetos (R. f)*
Descrição: A qualquer momento, as informações geradas poderão ser salvas, e deverão ser salvas no projeto trabalhado.
Razão: Armazenamento das informações.
- ✓ *Aproximação por bairro (R. f)*
Descrição: Ao ser criado um projeto, se apenas o bairro foi inserido, o sistema deve permitir ao usuário localizar a região da obra através de diferentes aproximações nas escalas 1:50.000, 1:10.000 e 1:1.000, com as informações cartográficas relevantes em cada escala.
Razão: Facilidade de identificação da região trabalhada.
Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Criar Projeto*; *Escala de Visualização 1:50.000*, *Escala de Visualização 1:10.000*, *Escala de Visualização 1:1.000*.
- ✓ *Aproximação por endereço (R. f)*
Descrição: Ao ser criado um projeto, se o endereço foi inserido, o sistema deve apresentar a localização deste endereço na escala 1:1.000, com as informações cartográficas relevantes nesta escala.
Razão: Facilidade de identificação da região trabalhada.
Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Criar Projeto*; *Escala de Visualização 1:1.000*.
- ✓ *Inserir obra (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir a inserção/edição da obra no sistema. Esta obra inserida deve estar relacionada ao projeto trabalhado, e deve ser

armazenada no banco de dados geográficos. O tipo de obra (definido na criação do projeto) deve definir a forma de inserção (feição linear ou de área). As escalas de visualização para inserção da obra são referentes à aproximação por bairro ou por endereço. No entanto, o sistema deve permitir ao usuário alternar entre as escalas 1:50.000, 1:10.000 e 1:1.000 para melhor se localizar ao inserir a obra.

Razão: A obra precisa ser localizada e materializada no sistema para que as análises sejam feitas. O tipo da obra é importante para definir a forma como a mesma deve ser inserida.

Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Feições da obra e dos lotes beneficiados beneficiada, Criar Projeto, Aproximação por Bairro, Aproximação por Endereço, Escala de Visualização 1:50.000, Escala de Visualização 1:10.000, Escala de Visualização 1:1.000.*

✓ *Atributos da obra (R. f)*

Descrição: Ao ser criada a obra, o sistema deve permitir a atualização de sua tabela de atributos, criando os campos necessários (ID da obra – nome; endereço; tipo da obra, valor da obra) e preenchendo estes campos com as informações inseridas na criação do projeto.

Razão: Para que a camada criada esteja completa e bem definida.

✓ *Acesso à planilha externa de lotes beneficiados (R. f)*

Descrição: O sistema deve permitir o acesso à planilha de dados dos lotes beneficiados com a obra, informação não espaciais que deve ser incorporada à base de informações do projeto.

Razão: Os lotes beneficiados são definidos nesta planilha, definição essa realizada externamente ao sistema.

✓ *Criar feição dos lotes beneficiados (R. f)*

Descrição: O sistema deve permitir a criação/inserção da área de influência (lotes beneficiados) da obra. Para isso, deve ser capaz de associar o identificados dos lotes presente na tabela não espacial de lotes beneficiados (requisito *Acesso à planilha de lotes beneficiados*) com o identificador da feição espacial dos lotes (ID do cadastro) através da operação de *Table Join*, ou junção de tabelas. Como resultado desta associação os lotes beneficiados estarão espacializados.

Razão: A Contribuição de Melhoria apenas incide sobre os lotes atingidos.

Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Feições da obra e dos lotes beneficiados beneficiada, Acesso à planilha de lotes beneficiados.*

✓ *Atributos da área de influência (R. f)*

Descrição: Ao ser criada a feição da área de influência (lotes beneficiados), esta deve possuir os atributos presentes nas duas tabelas, sejam dados cadastrais provenientes da feição dos lotes ou dados de valores do cálculo da Contribuição de Melhoria.

Razão: a tabela externa (não espacial) possui as informações dos valores necessários à definição da Contribuição de Melhoria, enquanto que a da feição dos lotes (espacial) está associada ao cadastro urbano e à localização.

Dependência: Este requisito é dependente dos requisitos *Acesso à planilha de lotes beneficiados, Criar feição dos lotes beneficiados*

- ✓ *Ver informações (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir que seja escolhido um lote específico e que sejam vistas as informações referentes aos valores calculados de Contribuição de Melhoria para este lote. Estas informações devem ser apresentadas na forma de janela *pop-up*, facilitando tanto a interação do usuário como a visualização dos proprietários em audiência pública.
Razão: Esta visualização deve ser feita junto com os proprietários, em audiência pública

- ✓ *Inserir isentos devido a condições financeiras (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir a identificação dos lotes isentos devido a condições financeiras.
Razão: A Contribuição de Melhoria não pode ser cobrada de proprietários que não possuam condições financeiras para tanto. Na audiência pública devem ser identificados estes proprietários e esta informação inserida no sistema.

- ✓ *Criar tabela - edital de lançamento (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir a criação e impressão do edital de lançamento. Este edital deve apresentar as seguintes informações:
 - Identificação dos lotes
 - Proprietário (se público ou privado)
 - Área do lote (m²)
 - O preço do lotes antes da obra (R\$);
 - A porcentagem de valorização do imóvel (%);
 - O preço do lote após a obra (R\$);
 - A valorização do imóvel -CVI (R\$);
 - O valor do rateio do custo da obra -RCO (R\$);
 - O valor da Contribuição de Melhoria (R\$);
 - Os lotes isentos por questões financeiras, identificados na audiência pública.Razão: Este é o objetivo final de todo o processo, um documento que diga quais são os beneficiados e os valores a serem cobrados.

- ✓ *Formato de saída da tabela (R. f)*
Descrição: O sistema deve permitir que a planilha com as informações geradas para o edital de lançamento seja criada em formato .xls (Excel) e .ods (OpenOffice).
Razão: facilidade de acesso e interoperabilidade, e possibilidade de escolha.

3.2 Requisitos de usabilidade:

Nesta seção serão descritos os requisitos que definem a qualidade de uso do sistema.

- ✓ *Software livre e de código aberto. (R.n-f)*
Descrição: o sistema deve ser construído utilizando ferramentas de software livre e de código aberto.

Razão: facilidade de acesso, custo reduzido, e ampla possibilidade de desenvolvimento.

✓ *Qualidade dos dados (R. n-f)*

Descrição: Os dados cartográficos utilizados devem estar atualizados e coerentes. Se dados provenientes de diferentes fornecedores forem utilizados, deve ser feita uma análise e, em caso necessário, edição das informações, antes de utilizá-las no sistema.

Razão: Representar a realidade municipal.

✓ *Soluções cartográficas para visualização das feições (R. n-f)*

Descrição: O sistema deve apresentar as feições cartográficas de acordo com as seguintes convenções de simbologia (propostas pela Câmara Técnica de Geoprocessamento e Cartografia do Paraná):

- Limite do perímetro urbano - primitiva gráfica área; sem preenchimento; linha de borda na cor preto (0,0,0) com espessura de 0,3mm;
- Divisa de Bairros - primitiva gráfica área; sem preenchimento; linha de borda em tom de cor marrom (171,128,75) com espessura de 0,3mm;
- Cursos d'Água - primitiva gráfica linha; tom de cor azul para cursos d'água perenes (0,153,255) com linha contínua de espessura 0,25mm; e tom de cor azul para cursos d'água intermitente (0,153,255) com linha tracejada a intervalos intercalados de 0,3mm e 0,1mm, com espessura de 0,25mm.
- Áreas verdes - primitiva gráfica área; preenchimento em tom de cor verde (186,221,105), linha da borda e tom de cor verde (128,152,72) com espessura de 0,3mm
- Lotes - primitiva gráfica área; sem preenchimento, linha de borda na cor preto (0,0,0) com espessura de 0,3 mm
- Arruamento - primitiva gráfica linha; na cor preto (0,0,0) com espessura de 0,18mm
- Quadras - primitiva gráfica linha; linha de borda na cor preto (255,247,230) com espessura de 0,18mm;

Razão: O banco de dados geográficos tem por objetivo armazenar as informações geográficas e seus atributos.

Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*.

✓ *Soluções cartográficas para a visualização da obra e dos lotes beneficiados (R n-f)*

Descrição: O sistema deve apresentar, as feições da obra e das áreas beneficiadas (lotes beneficiados) com a seguinte simbologia:

- Obra de influência linear - primitiva gráfica linha; linha na cor amarela (229,236,28) com espessura de 0,5mm;
- Obra de influência radial - primitiva gráfica área; preenchimento amarelo (229,236,28), linha de borda na cor preta (0,0,0) com espessura de 0,3mm;
- Área beneficiada (linear) - primitiva gráfica área; preenchimento vermelho (227,48,51), linha de borda na cor preta (0,0,0) com espessura de 0,3mm;
- Área beneficiada (radial) - primitiva gráfica área; variável visual valor de

cor vermelho, classificado pelo atributo raio da tabela de atributos, sendo R1(173,19,22), R2(227,61,64) e R3(251,154,153); linha de borda na cor preta (0,0,0) com espessura de 0,3mm.

Na feição dos lotes beneficiados, lotes que possuam o atributo "Proprietário = Público" não devem ser representados com a mesma simbologia dos demais, pois são considerados isentos da cobrança e, por isso, devem ser apresentar representação própria.

Razão: As informações sobre a obra e a área beneficiada serão inseridas no sistema nas etapas de Inserção da obra e Inserção da área beneficiada.

- ✓ Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico, Feições da obra e dos lotes beneficiados*.

- ✓ *Escalas de visualização (R. n-f)*
Descrição: o sistema deve prever 4 diferentes escalas de visualização (1:150.000, 1:50.000, 1:10.000 e 1:1.000), apresentando informações diferentes em cada uma delas. O sistema deve possibilitar ao usuário passar de uma escala para outra, vendo em cada uma as informações necessárias.
Razão: facilitar a inserção de e análise de informações.

- ✓ *Escala de visualização 1:150.000 (R. n-f)*
Descrição: Nesta escala o sistema deve apresentar as seguintes informações:
 - Limite do perímetro urbano;
 - Bairros (com nomes);
 - Hidrografia;
 - Áreas verdes.Razão: Menor escala de visualização do sistema, abrange o perímetro urbano todo.
Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*

- ✓ *Escala de visualização 1:50.000 (R. n-f)*
Descrição: Nesta escala o sistema deve apresentar as seguintes informações:
 - Limite do perímetro urbano;
 - Bairros (com nomes);
 - Hidrografia;
 - Áreas verdes;
 - Quadras
 - Obra se houver;
 - Área beneficiada se houver.Razão: Escala intermediária de visualização, utilizada para localização
Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*

- ✓ *Escala de visualização 1:10.000 (R. n-f)*
Descrição: Nesta escala o sistema deve apresentar as seguintes informações:
 - Limite do perímetro urbano;
 - Bairros (com nomes);
 - Hidrografia;
 - Áreas verdes;
 - Quadras;

- Lotes
- Obra se houver;
- Área beneficiada se houver.

Razão: Escala intermediária de visualização, utilizada para localização

Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*

✓ Escala de visualização 1:1.000 (R. n-f)

Descrição: Nesta escala o sistema deve apresentar as seguintes informações:

- Limite do perímetro urbano;
- Bairros;
- Sistema viário (com logradouros)
- Hidrografia;
- Áreas verdes;
- Quadras;
- Lotes
- Obra se houver;
- Área beneficiada se houver.

Razão: Maior escala de visualização do sistema, utilizada para inserção e edição da obra.

Dependência: Este requisito é dependente do requisito *Acessar banco de dados geográfico*

✓ *Sistema de coordenadas - Visualização do mapa(R. n-f)*

Descrição: O sistema deve apresentar as informações de referência no sistema de coordenadas oficial do município (UTM Sirgas2000 fuso 21).

Razão: As informações devem estar em um mesmo sistema de coordenadas e este deve ser oficialmente adotado pelo município, para que as análises produzidas sejam oficialmente aceitas.

✓ *Sistema de coordenadas - Obra e área beneficiada (R. n-f)*

Descrição: O sistema deve apresentar a obra e a área beneficiada no sistema de coordenadas oficial do município (UTM Sirgas2000 fuso 21 Sul).

Razão: As informações devem estar em um mesmo sistema de coordenadas e este deve ser oficialmente adotado pelo município, para que as análises produzidas sejam oficialmente aceitas.

3.3 Interface do sistema

Nesta seção será especificada a interface proposta entre elementos do sistema com entidades externas.

A interface inicial do sistema apresenta os botões de funções e a janela do mapa onde serão apresentadas as informações cartográficas (Figura 8a, repetida abaixo). É nesta interface que as informações são visualizadas, através da janela de

visualização do mapa, e onde será inserida a obra, tendo como base as informações cartográficas de referência, também representadas. Ainda, é nesta interface que serão apresentadas as informações aos proprietários em audiência pública.

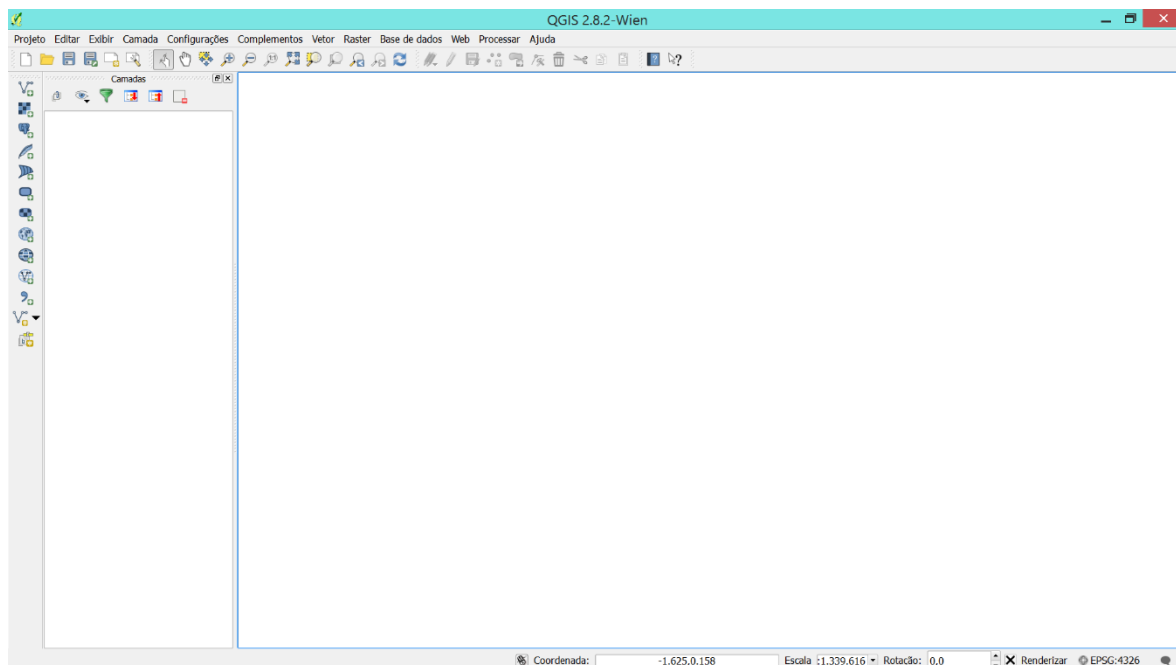


Figura 8a: Interface básica QGIS.

A segunda interface diz respeito à criação do projeto, e pode ser acessada pelo botão correspondente. A Figura 12 apresenta a janela interface de criação do projeto.

Após a edição, o usuário precisa inserir a área beneficiada, através da janela apresentada na Figura 19. Nesta janela, o usuário deve realizar uma busca da planilha dos lotes beneficiados e da camada dos lotes.

Por fim, o usuário acessa a função de emissão das planilhas dos editais, em que são visualizadas as informações geradas a serem repassadas para construção dos editais. A Figura 22 mostra a janela de interação para esta atividade.

APÊNDICE 2 - DIAGRAMA DE CLASSES

